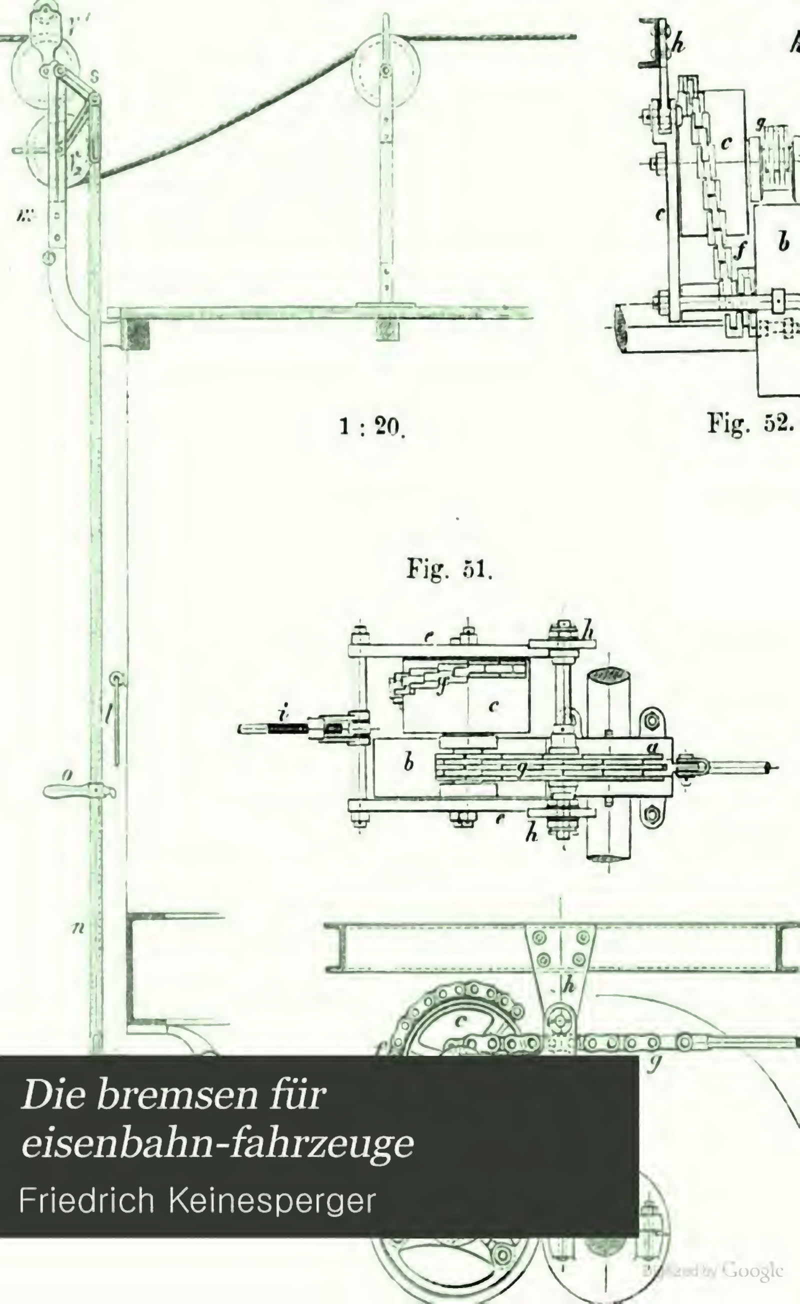


Die bremsen für eisenbahn-fahrzeuge

Friedrich Keinesperger



DIE BREMSEN

FÜR

EISENBAHN-FAHRZEUGE.



J. Kienesberger

SEPARAT-ABDRUCK AUS RÖLL'S ENCYKLOPÄDIE DES GESAMTEN EISENBAHNWESENS. II. BAND.

MIT 80 HOLZSCHNITTEN UND 2 TAFELN.



WIEN.
DRUCK UND VERLAG VON CARL GEROLD'S SOHN.
1891.



Bremsen für Eisenbahnfahrzeuge sind jene mechanischen Vorrichtungen an denselben, durch deren Anwendung der Bewegungs widerstand der Fahrzeuge nach Bedarf gesteigert werden kann.

Die Bremsen finden Verwendung zur Regulierung der Zugsgeschwindigkeit, zum Anhalten der Züge und zur Versicherung stehender Fahrzeuge oder Züge gegen eine nicht beabsichtigte Ingangsetzung derselben.

A. Allgemeines.

Rücksichtlich der Art, in welcher die hemmende Wirkung zu stande kommt, lassen sich folgende Hauptgruppen von Bremsen unterscheiden:

1. Klotzbremsen, bei welchen das Bremsen durch Anpressen von Backen (Klötzen) an die Radumfänge erfolgt. Zu dieser Gattung gehören fast alle derzeit bei den Eisenbahnfahrzeugen in Verwendung stehenden Bremsen.

2. Schlittenbremsen, das sind mechanische Vorrichtungen, mittels welcher Gleitbacken (Bremsschlitten) gegen die Schienenfläche gedrückt werden können. Beim Bremsen erfolgt eine teilweise Entlastung der Räder, indem ein Teil des Wagengewichts durch die Schlitten auf die Schienen übertragen wird. Infolge dieses Umstands, und nachdem sich bei diesen Bremsen beim Befahren von Weichen und Kreuzungen verschiedene Übelstände ergeben, ist die Verwendung von Schlittenbremsen auf ein Minimum gesunken. Gegenwärtig stehen solche Bremsen noch auf den schiefen Ebenen von Lüttich und Aachen und vereinzelt bei Rangierlokomotiven in Anwendung.

3. Keilbremsen, bei welchen, ähnlich wie bei Bremsschuhen, Keile zwischen Rad und Schiene gepreßt werden, wobei ein teilweises Abheben des Rads von der Schiene erfolgt. Die Keilbremsen wirken zwar kräftig, aber stoßartig, und ergeben sich beim Befahren von Gleisverbindungen dieselben Schwierigkeiten wie bei Schlittenbremsen. Aus diesem Grund werden Keilbremsen nicht mehr angewendet.

4. Bandbremsen, bei welchen das Bremsen der Räder mittelbar durch Bremsscheiben bewirkt wird, die auf den Radachsen festgekeilt sind. Nebenstehende Figur (Fig. 1) versinnlicht in schematischer Darstellung eine Bandbremse. Das Stahlband, das die Scheibe S umgiebt, ist mit seinen Enden mit dem zweiarmigen Hebel abc, dessen fester Drehpunkt c ist, in den Punkten a und d verbunden. Durch das Niederdrücken des Hebels wird das Band gespannt und kommt am Umfang der Scheibe mit einem bestimmten Druck zum Anliegen.

Fig. 1.

Manchmal wird die Konstruktion auch in der Weise ausgeführt, daß der Druck des Bands nicht unmittelbar, sondern durch eine Anzahl Futterstücke auf den Umfang der Scheibe übertragen wird. In beiden Fällen hemmt die entstehende Reibung die Drehung der Scheibe und damit diejenige des Rads. Die Bandbremsen finden hauptsächlich bei Fahrzeugen von Bergbahnen Verwendung.

Mit Rücksicht darauf, daß die Schlitten- und Keilbremsen dermalen bei den Eisenbahnen fast keine, die Bandbremsen aber nur geringe Verwendung finden, sollen nachstehend nur die Klotzbremsen behandelt werden.

Die Bremsen bestehen der Hauptsache nach aus:

1. der Kraftmaschine (der Bremsmotor), welche die für das Bremsen erforderliche Kraft (die Bremskraft) erzeugt;

2. dem Apparat, welcher die dem Bremsmotor zuzuführende mechanische Arbeit in der entsprechenden Form liefert (gespannter Dampf, komprimierte Luft etc.);

3. den Teilen für das Anlassen und Abstellen des Bremsmotors und für die Verbindung desselben mit der ad 2 genannten Vorrichtung (Bremsleitung etc.);

4. dem Mechanismus, durch welchen die Wirkung der Bremskraft vermittels der Bremsklötze als Bremsdruck auf die Radumfänge übertragen wird (Bremsgestänge).

Bei jenen Bremsen, bei welchen die Bremswirkung durch den Aufwand der Muskelkraft des Menschen erzeugt wird, fehlen die sub 1, 2 und 3 angeführten Vorrichtungen vollständig und werden diese Konstruktionsteile durch den Menschen ersetzt.

Die Bremsmotoren zeigen bei den einzelnen Konstruktionen je nach der Form, in welcher mechanische Arbeit (Dampf, komprimierte Luft etc.) zur Verwendung gelangt, wesentliche Verschiedenheiten. Das Gleiche gilt von den ad 2 und 3 genannten Apparaten. Dagegen haben die Mechanismen für die Übertragung der Bremskraft in der Regel große Ähnlichkeit, weil der Ursprung der Bremskraft auf die Konstruktion dieser Teile wenig Einfluß üben kann.

Die Einrichtung der anfänglich zur Anwendung gekommenen Bremsen erforderte für jedes mit einer Bremse ausgerüstete Fahrzeug eine besondere Bedienung (einen Bremser). Teils um Personal zu sparen, teils zur Erzielung einer exakteren Bremswirkung wurden später Konstruktionen ausgeführt, bei welchen das Anziehen und Lösen der Bremse (d. i. das Hervorrufen der Bremswirkung und das Aufhörenlassen derselben) für zwei, mehrere und endlich für die sämtlichen mit Bremsen versehenen Fahrzeuge des Zugs durch eine einzige Person bewirkt wird. In dieser Beziehung sind zu unterscheiden:

1. Einzelbremsen (gewöhnliche Hand- oder Spindelbremse, Gewichtsbremse etc.);

2. Zweiwagenbremsen (Patent Hardy, Suchanek und Neblinger etc.);

3. Gruppenbremsen (Patent Heberlein etc.);

4. durchlaufende oder continuierliche Bremsen (Patent Hardy, Körting, Westinghouse, Carpenter, Klose etc.).

Bei den Gruppenbremsen und bei den durchlaufenden Bremsen ergiebt sich eine weitere Gliederung nach der Art und Weise der Veranlassung der Bremswirkung, und sind hiernach zu unterscheiden:

1. nicht automatische Bremsen,

2. automatische Bremsen.

Bei den ersteren kann das Bremsen der Fahrzeuge nur durch die entsprechende Manipulation des Bedienungspersonals geschehen, während bei den automatischen Bremsen die Wirkung der Bremskraft überdies noch durch den Eintritt zufälliger Ereignisse (Reißen der Kuppelungen, Störungen im Bremsapparate u. dgl.) selbstthätig hervorgerufen wird.

Weiters lassen sich die Bremsen je nach den Anforderungen, welche in Bezug auf Schnelligkeit und Stärke der Wirkung gestellt werden, in Betriebs- oder Arbeitsbremsen, in Not- oder Gefahrbremsen, endlich in Rangierbremsen unterscheiden.

Bei den Betriebsbremsen ist in der Regel ein allzu rasches, fast plötzliches und dabei sehr kräftiges Bremsen nicht nötig, ja, wegen der damit verbundenen Unzukömmlichkeiten (Belästigung der Reisenden, Schädigung der Fahrzeuge durch Stöße) auch nicht erwünscht, und entsprechen Bremsen, mit welchen sich eine zwar kräftige, aber mehr allmähliche Wirkung erzielen läßt, dem gewöhnlichen Verkehrsbedürfnisse am besten; außerordentliche Umstände (Entgleisung, Gefahr eines Zusammenstoßes) erheischen jedoch, vor allem bei schnellfahrenden Zügen, auch Vorkehrungen behufs Erzielung einer möglichst raschen und kräftigen Bremsung (Notbremsen), während für Rangierzwecke Bremsen vollkommen ausreichen, mit welchen sich weder eine besonders rasche noch kräftige Wirkung erzielen läßt.

Die Betriebsbremsen werden thunlichst derart eingerichtet, daß sie je nach Bedarf als Rangierbremsen und als Notbremsen verwendet werden können. Der ersten Bedingung

kann in der Regel ohne Schwierigkeit entsprochen werden und ist in manchen Fällen (Hand-, Gewichtsbremsen) hierfür eine besondere Konstruktionsausführung überhaupt nicht nötig. Die Einrichtung der Betriebsbremsen als Notbremsen kann dagegen auf Schwierigkeiten stoßen, weil die Raschheit teilweise nur auf Kosten der Stärke der Wirkung erzielt werden kann; demungeachtet finden sich Mittel und werden dieselben bei den bestehenden Bremsen angewendet, mit welchen sich den zu stellenden Anforderungen in befriedigender Weise entsprechen läßt. Näheres hierüber wird bei Besprechung der einzelnen Bremskonstruktionen angegeben werden.

Bei der vorher aufgestellten Einteilung der Bremsen in Betriebs-, Gefahr- und Rangierbremsen wurden bereits die an Bremsen zu stellenden Bedingungen angedeutet. Die Anforderungen, welche an Betriebsbremsen gestellt werden, haben in den letzten zwei Decennien eine wesentliche Steigerung erfahren. Die großartige Entwicklung des Eisenbahnwesens konnte nicht ohne nachhaltigen Einfluß auf die Konstruktion der Bremsen bleiben und ist die fortschreitende Verbesserung und der gegenwärtige Zustand hoher Vollkommenheit einiger Bremssysteme zum Teil als Bedingung jener Entwicklung anzusehen.

Die geringe Belastung, beziehungsweise Länge der Züge und deren verhältnismäßig niedrige Verkehrsgeschwindigkeit ließen früher die gewöhnlichen Einzelbremsen (Handbremsen), im Notfall unterstützt durch Contredampf, für das Sicherheitsbedürfnis als ausreichend erscheinen.

Die Schnellzüge der Gegenwart, in welchen die vierfachen Belastungen mit der doppelten Geschwindigkeit als ehedem befördert werden, wären unmöglich, wenn dem Lokomotivführer nicht Mittel zu Gebote stünden, das kolossale Bewegungsmoment des Zuges thunlichst zu beherrschen.

Demungeachtet finden Einzelbremsen immerhin große Verwendung, weil durchgehende Bremsen hauptsächlich nur bei schnellfahrenden Personenzügen unentbehrlich erscheinen.

Die notwendigen Erfordernisse einer Bremse für mäßige Verkehrsansprüche wären hiernach:

1. Möglichste Einfachheit und Solidität der Konstruktion und Dauerhaftigkeit des Materials.
2. Leichte Manipulation beim Bremsen.
3. Kräftige, entsprechend schnelle und verläßliche Wirkung.
4. Billige Herstellung und Erhaltung.

Für hohe Verkehrsansprüche sollen die Bremsen außerdem noch den folgenden Bedingungen entsprechen:

5. Die Bremse soll durchgehend und automatisch sein.
6. Sie soll durch den Lokomotivführer und das Zugspersonal, eventuell auch durch die Passagiere in Wirksamkeit gesetzt werden können.
7. Sie soll bezüglich ihres Betriebszustands und Wirkungsgrads leicht kontrollierbar sein und soll überdies eine Selbstkontrolle ausüben.
8. Die Wirkung soll regulierbar und anhaltend sein, möglichst rasch, aber nicht stoßartig erfolgen. Die Bremswirkung soll im ganzen Zug möglichst gleichzeitig und gleichmäßig eintreten. Das Gleiten der Räder auf den Schienen soll vermieden werden.
9. Die Bremse muß in Notfällen in derselben Weise wie unter normalen Verhältnissen benutzt werden können.
10. Die Bremsleitung und deren Verbindung von Fahrzeug zu Fahrzeug, d. i. die Kuppelung, soll leicht und sicher in betriebsfähigem Zustand zu erhalten sein.
11. Die Konstruktion soll übersichtlich und für das Zugbegleitungspersonal verständlich sein.
12. Die Betriebskosten sollen sich möglichst gering gestalten.

Inwieweit bei den in Verwendung stehenden Bremskonstruktionen den aufgestellten Bedingungen entsprochen ist, wird bei Beschreibung der einzelnen Systeme näher erörtert werden.

In manchen Fällen werden die Fahrzeuge für zwei oder mehrere verschiedene Bremssysteme eingerichtet. Für durchgehende Bremsen (z. B. Vakuumbremsen) eingerichtete Wagen erhalten häufig auch die Einrichtung für Einzelbremsung (Handbremse), teils um

den Wagen in Zügen, welche keine durchgehende Bremse besitzen, als Bremswagen ausnutzen zu können, teils um dem Wagen eine Rangierbremse zu geben. In ähnlicher Absicht werden Fahrzeuge (Personenwagen), die auf mehreren Bahngebieten verkehren müssen, für die bei diesen Bahnen eingeführten Bremssysteme und außerdem noch für Handbremsung eingerichtet.

Auf diese Weise ist man zur Konstruktion der kombinierten Bremsen gelangt, welche gleiche Eignung für mehrere verschiedenartige Bremskräfte besitzen.

Die kombinierten Bremsen müssen für die Erzeugung der verschiedenen, zur Verwendung kommenden Bremskräfte besondere Konstruktionsteile besitzen; hierbei sind für durchgehende Bremsen auch die entsprechenden Verbindungsteile der in Betracht zu ziehenden Bremssysteme an dem Fahrzeug anzubringen. Dagegen ist der Mechanismus für die Übertragung der Bremskraft wenigstens von einer gewissen Stelle angefangen für alle Bremskräfte gleichartig.

Zu erwähnen sind noch Wagen mit sogenannten Bremsleitungen (auch wohl Leitungswagen genannt), welche in einen mit einer bestimmten durchgehenden Bremse ausgerüsteten Zug einrangiert, hinsichtlich dieses Bremssystems selbst nicht bremsbar sind, aber mit Konstruktionsteilen (z. B. Rohrleitungen) versehen sind, welche das Anlassen der Bremsmotoren für die anderen Wagen (Bremswagen) des Zugs vermitteln.

Bremsen finden bei allen Arten von Fahrzeugen Verwendung und ist die Mehrzahl der Bremskonstruktionen sowohl für Wagen und Tender als auch für Lokomotiven geeignet; nur einige Bremsen sind als specielle Lokomotivbremsen anzusehen (z. B. Le Chatelier-Bremsen).

B. Bremsgestänge.

Die Konstruktion der Bremsgestänge ist bezüglich einer Anzahl von Teilen unabhängig von der Art des Bremsmotors und weisen in dieser Richtung die in Verwendung stehenden Mechanismen für die Übertragung der Bremskraft in der Regel sehr viel Ähnlichkeit auf.

Diese Teile des Bremsgestänges sind:

1. die Bremsklötze, d. s. Backen, durch welche der Druck unmittelbar auf die Radumfänge übertragen wird:

2. die Bremsklotzhängungen, welche aus den Hängeisen (Hängelamellen, Bremsschuhe) und den Hängelagern bestehen. Vermittels der Hängeisen sind die Bremsklötze an den am Gestell des Fahrzeugs befestigten Hängelagern aufgehängt;

3. die Querstangen (Traversen), welche die auf einer Seite der Achse befindlichen Hängeisen der zu den beiden Rädern dieser Achse gehörigen Bremsklotzhängungen verbinden;

4. die Druck- oder Zugstangen, deren eines Ende mit dem Klotzgehänge oder den Traversen und deren anderes Ende mit

5. der Bremswelle oder richtiger mit den an dieser Welle befindlichen kurzen Hebeln (kleinen Bremswellenhebeln) verbunden ist. Ein größerer gleichfalls an dieser Welle sitzender Hebel (großer Bremswellenhebel) steht durch

6. die Haupt-, Zug- oder Druckstangen entweder mit dem Bremsmotor oder mit einem Winkelhebel (wie bei der Spindelbremse) in Verbindung.

So wenig alle diese Teile bei jedem Bremsgestänge vorkommen müssen, so finden sich andererseits aber auch Gestänge, welche noch eine größere Anzahl von Teilen besitzen. Der erste Fall ergiebt sich bei einfacheren Bremsgestängen (Hebelbremsen), bei welchen einzelne Teile mehrfachen Funktionen dienen, sowie dann, wenn nur ein Rad bremsbar ist, wobei selbstverständlich Querverbindungen entfallen.

Mehr Teile (Einschaltungen von Winkelhebeln, Zwischenwellen etc.) werden erforderlich, wenn die Übersetzung der Bremse, beziehungsweise der Quotient $\frac{\text{Bremsdruck}}{\text{Bremskraft}}$ vergrößert werden soll oder wenn die Disposition des Bremsmotors, sowie andere Umstände eine Verlegung der Kraftebenen erforderlich machen.

Die gebräuchlichsten Anordnungen der Bremsgestänge sind aus den nachstehenden Figuren zu ersehen.

In den Fig. 2, 3, 4 sind sogenannte schwingende Bremsen dargestellt, während die in Fig. 7 und 8 veranschaulichten Bremsen fix gelagerte Bremswellen besitzen.

Bei der Bremse Fig. 2 sind die Hängeisen *gd* über die Klötze nach abwärts verlängert. In dieser Verlängerung sind die Bremswellen *v* und die Traversen *t* gelagert. Die Bremswellen *v* besitzen einen Haupthebel *vh* und je zwei kurze Hebel *vk*.

Die Haupthebel sind durch die Hauptzugstange *hhw* miteinander und mit dem Hauptzugwinkel *w* verbunden.

Die kleinen Hebel *vk* stehen durch die Zugstangen *kt* mit den Bremstraversen *t* in Verbindung.

Die Bremse der Fig. 3 unterscheidet sich von der vorhergehenden durch geänderte Lagerung der Bremswellen *v* und die abweichende Anordnung der kleinen Hebel *vk*.

Die Bremse Fig. 4 besitzt keine Bremswelle. Die Hebel *kvh* werden durch die dreieckförmig ausgebildeten Traversen *tv* und *tk* getragen.

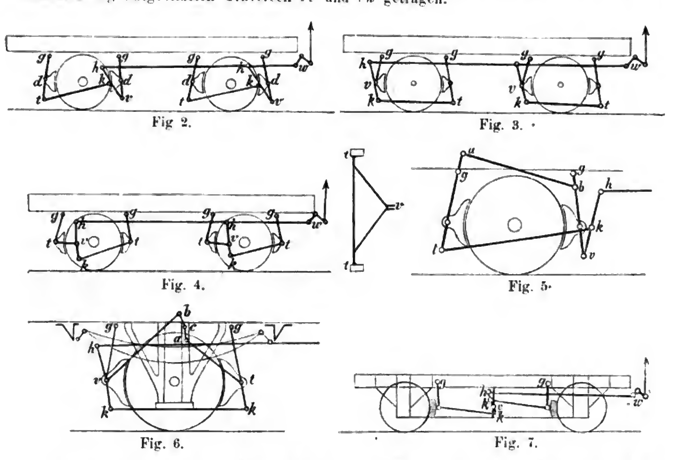


Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7.

Die schwingenden Bremsen zeichnen sich in der Regel durch Einfachheit aus. Sie haben jedoch den Mangel, daß es konstruktive Schwierigkeiten macht, die Bremsdrücke auf beiden Seiten der Räder gleich groß zu erhalten.

Der größere Mangel ist jedoch, daß bei offener Bremse (infolge der nicht symmetrischen Verteilung des Gewichts der Bremsgestänge zu beiden Seiten der Radachsen) häufig ein Anliegen oder Streifen der Bremsklötze an die Radumfänge auf der einen Seite der Räder erfolgt. Aus diesem Umstand kann eine schädliche Vermehrung des Zugswiderstands resultieren. Um dem zu begegnen, werden besondere Konstruktionen angewendet.

Fig. 5 zeigt eine solche Konstruktion. Das Gehänge *gt* ist über *g* bis *a* verlängert. Der Punkt *a* ist mit dem Punkt *b* des Gehänges *gv* durch die Stange *ab* gelenkartig verbunden.

Durch entsprechende Wahl der Längen *ag* und *gb* wird erreicht, daß die Gehänge *gv* und *gt* auch bei offener Bremse thunlichst gleiche Abstände von den Rädern behalten.

Eine andere, häufig verwendete Konstruktion ist in Fig. 6 dargestellt.

Der gleicharmige Hebel *abc* ist in seinem Drehpunkt mit der Lagerführung in fixer Lagerung verbunden. Die Hebelenden *a* und *b* stehen durch die Lenkstangen *bv* und *at* mit den Gehängen in Verbindung.

Die Bremse Fig. 7 ist eine einseitige Bremse mit fixer Welle, jene der Fig. 8 eine zweiseitige, nicht schwingende Bremse.

Bei einseitigen, festen Bremsen werden manchmal die unteren Enden der Lagerführungen mit den Bremswellenlagern verbunden (Fig. 7).

Gegen die einseitigen Bremsen läßt sich einwenden, daß die Beanspruchung der Radachsen auf Biegung infolge der einseitigen Einwirkung des Bremsdrucks eine ziemliche Erhöhung erfährt. Ferner wird durch die Einwirkung der einseitigen Bremse der Wagen während des Fahrens an dem einen Ende gehoben und an dem entgegengesetzten Ende herabgezogen. Auf diese Weise kann sich eine bedeutende Höhendifferenz der gegeneinanderstehenden Buffer von zwei aufeinanderfolgenden Wagen ergeben.

Bezeichnet man den Radstand mit r, die horizontale Entfernung der Bremsklotzaufhängung von der zugehörigen Wagenachse mit e, die Entfernung der Bufferfläche von der Radstandmitte mit $\frac{l}{2}$ (die Größen r, e und l in Metern ausgedrückt), ferner die Setzung einer Tragfeder pro 1 Tonne in Millimetern mit σ, den Druck eines Bremsklotzes auf das Rad mit b in Tonnen, und den Reibungskoefficienten für Rad und Klotz mit f, so ist die Hebung, beziehungsweise Senkung der Buffer einer Seite in Millimetern

$$v = \sigma \frac{l}{r} \left(1 \pm \frac{2e}{r}\right) . f . b,$$

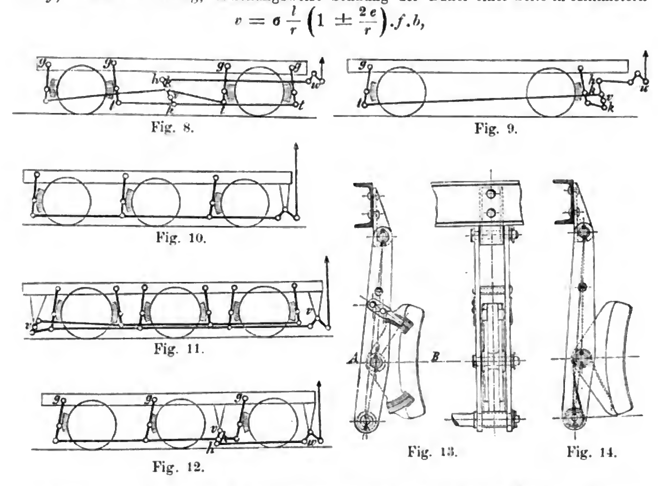


Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10. Fig. 11. Fig. 12. Fig. 13. Fig. 14.

wobei das positive Zeichen für äußere Bremsen und das negative Zeichen für innere Bremsen zu nehmen ist.

Durch die Bremsen mit festen, in der Wagenmitte angeordneten Wellen wird der Raum zwischen den Rädern ziemlich verbaut, was bei den schwingenden Bremsen in der Regel weniger der Fall ist.

Es werden daher manchmal Bremsen mit fester Welle in der Anordnung der Fig. 9 ausgeführt.

In Fig. 10 und 11 sind Bremsen mit fester Welle skizziert, wie selbe für dreiachsige Tender in Verwendung kommen.

Fig. 10 stellt eine einseitige Tenderbremse vor; Fig. 11 eine zweiseitige Bremse, bei welcher außer der Welle v noch eine Umkehrwelle v' angeordnet ist. Die Welle v wird häufig zwischen das erste und zweite Rad verlegt (siehe Fig. 12). In diesem Fall wird außer der Welle v noch der Hauptzugwinkel w, welcher mit jener durch die Hauptzugstange wh verbunden ist, erforderlich.

Das Schleifen der Klötze an den Rädern bei offener Bremse kommt nicht nur bei schwingenden Bremsen vor, sondern es kann auch noch ein anderer Umstand ein solches

Schleifen hervorrufen. Eiserne Klötze sind häufig mit den Hängeisen nur durch einen Bolzen verbunden, um welchen eine Drehung der Klötze möglich ist. Die Klötze sind hierbei allerdings zwischen den Hängelamellen durch Reibung, jedoch ungenügend gehalten.

Man hat diesem Übelstand in mehrfacher Weise zu begegnen gesucht. Die Bremsklötze wurden mit Zahnungen versehen (Fig. 13), in welche auf die Lamellen genietete federnde Haken eingriffen. Dieses Mittel hat sich nicht besonders bewährt, da die Zahnungen meist sehr bald abgenutzt werden. Auch scheibenförmige Federblättchen wurden zur Erhöhung der Reibung zwischen Klotz und Lamellen eingelegt.

Gut bewährt haben sich Flachfedern, die, lyraförmig gebogen, sich mit einem Ende an den unteren Verbindungsbolzen der Hängelamellen, mit dem anderen Ende gegen den Klotzunterteil stützen (Fig. 14).

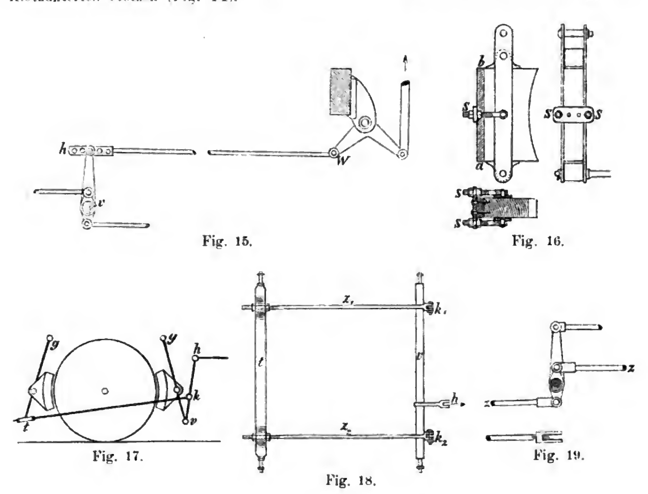


Fig. 15. Fig. 16. Fig. 17. Fig. 18. Fig. 19.

Durch den andauernden Gebrauch der Bremse ergiebt sich, wie bereits erwähnt, eine fortschreitende Abnutzung der Klötze, so daß von Zeit zu Zeit ein Nachstellen derselben und endlich der Ersatz durch neue Klötze vorgenommen werden muß. Für das Nachstellen der Klötze kommen verschiedene Einrichtungen zur Anwendung.

Fig. 15 zeigt eine solche Einrichtung, welche ermöglicht, die wirksame Länge der Hauptzugstange wh zu regulieren, indem man das Auge des großen Bremswellenhebels mit einem nach rechts folgenden Auge der Hauptzugstange verbindet, wodurch die sämtlichen an dem Bremsgestänge befestigten Bremsklötze den Radumfängen um gleiche Beträge genähert werden. Diese Art der Nachstellung gestattet jedoch keine Regulierung beim Auswechseln einzelner Bremsklötze.

In Fig. 16 ist die Konstruktion eines Gehänges für Holzklötze dargestellt, bei welcher mit Hilfe der Schrauben s die Stellung des Klotzes reguliert werden kann. Hat die Abnutzung des Klotzes ein gewisses Maß erreicht, so wird wohl auch ein Beilagstück ab eingelegt.

Diese Einrichtung wird häufig bei schwingenden Bremsen angewendet. Hierbei erhalten die Zugstangen (Fig. 17 und 18) auf der Seite der Bremstraverse ein Schraubengewinde. Die Traverse hat zwei Bohrungen von der Größe, daß die Zugstangen z_1 und z_2

leicht hindurchgesteckt werden können. Die Zugstangen sind in der Traverse durch Gegenmuttern festgehalten.

Bremsen mit eisernen Klötzen besitzen öfters Stellvorrichtungen nach Fig. 19 und 20.

In Fig. 19 sind die Bremszugstangen z durch Bügel mit den kleinen Bremswellenhebeln in Verbindung gebracht; die Stangen z sind in die Bügel eingeschraubt. Nach Herausnahme der Bolzen, welche die Verbindung zwischen den kleinen Hebeln und den Bügeln herstellen, kann durch Drehung der Bügel die Stangenlänge z reguliert werden.

Fig. 20 zeigt im Grundriß die Verbindung einer dreieckförmigen Bremstraverse mit der Bremswelle. Die Zugstange z wird mit einem Ende, auf welches ein Gewinde geschnitten ist, durch Gegenmuttern in der Traverse festgehalten. Durch das Lüften, beziehungsweise Anziehen der Muttern wird die Stangenlänge reguliert.

Außer den vorstehend besprochenen sollen noch einige der häufiger verwendeten Klotzgehänge (auch wohl Bremsschuhe genannt) angeführt werden. Fig. 21 zeigt einen Schuh für Holzklötze; der Klotz ist mittels Holzschrauben an dem Hängeisen befestigt.

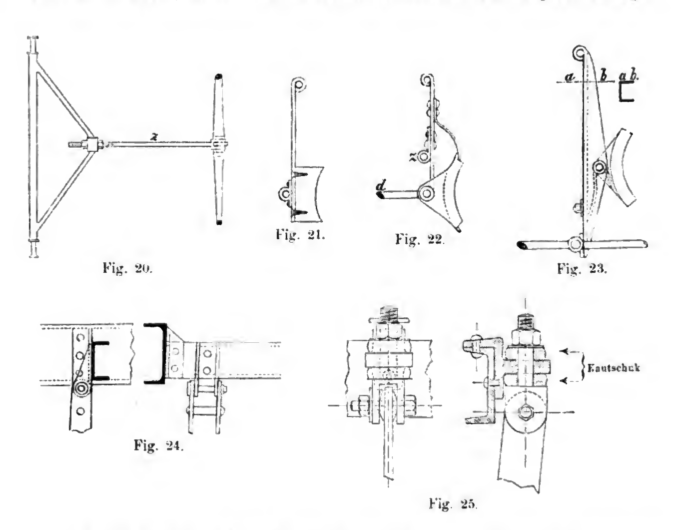


Fig. 20. Fig. 21. Fig. 22. Fig. 23. Fig. 24. Fig. 25.

In Fig. 22 ist ein Gehänge für eiserne Klötze dargestellt. Nachdem hier die Druckstange d mit dem Klotz und dem Hängeisen nicht durch das bolzenförmige Ende einer Traverse, sondern nur durch einen gewöhnlichen Bolzen verbunden ist, so muß eine separate Traverse z angebracht werden, welche die auf einer Seite der Radachse befindlichen Bremsgehänge der beiden Räder miteinander verbindet, um das seitliche Ausweichen der Klötze zu verhindern.

Fig. 23 stellt einen Bremsschuh vor, wie solcher häufig bei Tenderbremsen angewendet wird. Die Horizontalschnitte des Hängeisens sind ⊔förmig und ist diese Konstruktion daher geeignet, den auftretenden Biegungsmomenten gut Widerstand zu leisten.

Bei Wagen sind die Bremsschuhe in der Regel am Untergestell aufgehangen. Fig. 24 zeigt z. B. die Befestigung des Bremsschuhlagers an einem Querträger.

Diese Art der Aufhängung der Bremsschuhe hat zur Folge: 1. daß sich die Höhenlage der Bremsklötze mit der Beladung des Wagens und überhaupt bei allen Schwingungen der Wagentragfedern ändert; 2. daß das Bremsgehänge bei angezogener Bremse

die Tragfedern zum Teil unwirksam macht und die von den Rädern aufgenommenen Stöße in harter Weise auf das Untergestell, beziehungsweise auf den Wagenkasten überträgt.

Durch die Änderung in der Höhenlage der Klötze kann bei offener Bremse leicht ein Streifen der Klötze an den Radumfängen eintreten. Der Abstand der Bremsklötze von den Rädern darf daher nicht zu gering bemessen werden, ungeachtet hierdurch die Raschheit des Bremsens eine Beeinträchtigung erfährt.

Die harte Übertragung der Stöße ist namentlich bei Personenwagen eine unerwünschte Folge des Bremsens.

Zur Vermeidung dieses Übelstands wurde vielfach versucht, die Bremsschuhe an Konstruktionsteilen aufzuhängen, welche mit den Achsbüchsen in nicht federnder Verbindung stehen; allgemeine Verwendung haben derlei Konstruktionen jedoch bis jetzt nicht gefunden.

Zur Abschwächung der durch die Bremse auf den Wagenkasten übertragenen Stöße sollen daher Mittel angewendet werden, welche überhaupt zur möglichsten Milderung unangenehmer Fahrempfindungen der Reisenden bei der Konstruktion der Wagen verwertet werden, wie z. B. die Anordnung von Gummizwischenlagen zwischen Untergestell und Wagenkasten, das Aufsetzen des Kastens nicht direkt auf das Untergestell, sondern auf federnde Konsolen, die an den Langträgern befestigt sind, eine elastische Aufhängung der Bremsklötze (Fig. 25) etc.

Das Material der Bremsklötze ist entweder Holz oder Eisen.

Linden- und Pappelholz ist billig und eignet sich sehr gut als Klotzmaterial und haben daher diese Holzgattungen zumeist hierfür Verwendung gefunden.

Hölzerne Bremsklötze haben den Übelstand, daß sie bei länger andauerndem, kräftigem Bremsen infolge der durch die Reibung entwickelten Wärme leicht dem Verkohlen oder Verbrennen ausgesetzt sind, wodurch bei Gebirgsbahnen bedeutende Erschwernisse des Verkehrs entstehen können. Ein weiterer Nachteil der Holzklötze ist die rasche Abnutzung derselben, wodurch ein häufiges Nachstellen der Bremse, beziehungsweise Auswechseln der Klötze erforderlich wird.

Diesen Anständen läßt sich durch Benutzung eiserner Klötze begegnen. Die Verwendung solcher Bremsklötze hat gegenwärtig ungemein an Verbreitung gewonnen. Schmiedeiserne Klötze haben sich nicht bewährt, hingegen haben sich solche aus sogenanntem Stahlguss (Gußeisen mit einem Zusatz von Stahlspänen) als gut und dauerhaft erwiesen.

Da der Reibungskoefficient für Holz auf Eisen viel größer ist als für Gußeisen auf Eisen oder Stahl, so muß zur Erzielung des gleichen Bremseffekts bei eisernen Klötzen ein größerer Bremsdruck wirken als bei Holzklötzen. Infolgedessen ist das Bremsgestänge bei Verwendung eiserner Klötze im allgemeinen stärker zu halten als für hölzerne Klötze.

Schließlich sollen noch Bremsgestänge für mit Bremsen versehene Lenkachswagen und Wagen mit Drehgestellen erwähnt werden, welche derart konstruiert sein müssen, daß die Einwirkung der Bremse auf die Achsen das freie Schwingen der Achsen, beziehungsweise die freie Drehbarkeit der Gestelle um die vertikale Drehachse nicht behindert.

Hierauf gründen sich die „Bedingungen für die Übergangsfähigkeit von Lenkachsen auf Vereinsbahnen“ (Grundzüge für die Zulassung von Vereinslenkachsen, giltig vom 1. December 1886), Punkt 6, 7 und 8, welche wie folgt lauten:

6. Bei gebremsten Lenkachsen müssen die Bremsklötze auf jedes Rad einer Achse von beiden Seiten einwirken und die vier Bremsklötze einer Achse unter sich gleichen Druck ausüben.

7. Die Bremse muß derartig aufgehängt sein, daß weder bei angezogenen noch bei gelösten Bremsklötzen die Einstellung der Achse nach der Bahnkrümmung beeinflußt wird.

8. Die Hauptbremszugstange muß in der Längsmittellinie des Wagens liegen.

Bei Drehgestellwagen ist, insofern Teile des Bremsgestänges, also vornehmlich der Bremszugwinkel, mit den oberen Gestellrahmen verbunden sind, darauf zu achten, daß die Hauptbremszugstange in der Wagenlängsmitte angeordnet wird, ferner, daß dann die Bremswelle, deren Lager an dem Drehgestellrahmen zu befestigen sind, in der Mitte

zwischen den Rädern des Drehgestells liegt und der Angriff der Hauptzugstange auf den großen Bremswellenhebel in der Weise erfolgt, daß sich hieraus kein Moment ergeben kann, welches das Drehgestell zu verdrehen strebt.

C. Beschreibung der einzelnen Bremssysteme.

Nach den direkt auf das Bremsgestänge einwirkenden Bremskräften und unter Berücksichtigung der hauptsächlich in praktischer Verwendung stehenden Systeme ergeben sich folgende Gattungen von Bremsen:

I. Handbremsen.
II. Gewichtsbremsen.
III. Federbremsen.
IV. Friktionsbremsen.
V. Schaltwerksbremsen.
VI. Bufferbremsen.
VII. Luftdruckbremsen.
VIII. Luftsaugbremsen.
IX. Dampfbremsen.
X. Lokomotivbremsen.

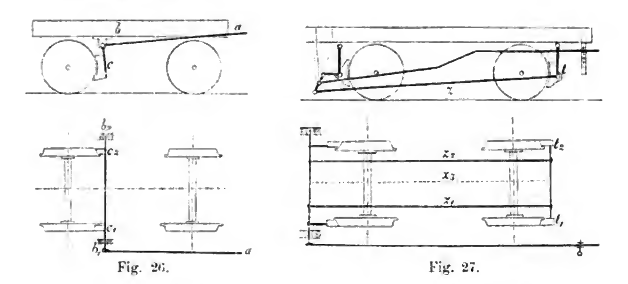


Fig. 26. Fig. 27.

I. Handbremsen, das sind Bremsen, bei welchen die Muskelkraft des Bremsers als Bremskraft wird.

Die wichtigsten dieser Bremsen sind:

a) Die Hebelbremsen, bei welchen die Muskelkraft unmittelbar auf das Hebelwerk übertragen wird. Gewöhnlich wirkt jedoch nicht allein die Muskelkraft, sondern auch ein Teil des Körpergewichts des Bremsers auf die Bremse. Durch das Niederdrücken eines längeren Handhebels kann entweder ein Räderpaar (Fig. 26) oder es können beide Räderpaare (Fig. 27) gebremst werden.

Ähnliche Konstruktionen, wie solche in Fig. 26 und 27 dargestellt sind, fanden in den Anfängen des Eisenbahnbetriebs vielfach Verwendung; gegenwärtig werden solche Bremsen in der Regel nur bei Fahrzeugen für untergeordnete Zwecke, wie Bahnwagen u. dgl., verwendet.

Bezeichnet man die Größe der an dem langen Hebel wirkenden Bremskraft mit P, die Länge dieses Hebels mit p, ferner den Gesamtdruck der Klötze auf die Räder mit B und die Länge der kleinen Bremshebel (d. i. in Fig. 26 die Entfernung der geometrischen Bremswellenachse bis zur Klotzmitte und in Fig. 27 der Abstand der Augmitten der kleinen Hebel bis zur Wellenachse) mit b, so ist

$$B = \frac{p}{b} . P.$$

Hierin ist $\frac{p}{b} = n$ das Übersetzungsverhältnis der Bremse.

In der Nähe des freien Endes des großen Hebels ist gewöhnlich eine einfache Sperrvorrichtung angebracht, welche den Hebel in der niedergedrückten Lage festhält. Der Bremsdruck wird hierdurch infolge der elastischen Anspannung des Bremsgestänges insolange hinreichend erhalten, als die fortschreitende Abnutzung der Klötze ein gewisses Maß nicht überschreitet.

Bei größerer Abnutzung der Bremsklötze würde ein weiteres Herabdrücken des großen Hebels erforderlich, jedoch nur insoweit ausführbar sein, als der beschränkte Weg des Hebels es gestattet; bei weiter zunehmender Abnutzung der Klötze würde somit das Bremsen schließlich unmöglich werden. Die Bremse muß aus diesem Grund durch ein Nachstellen der Bremsklötze in brauchbarem Zustand erhalten werden. Die Sperrstange besitzt entweder Zahneinschnitte, in welche der Hebel einklinkt, oder sie ist mit Löchern versehen, in welche ein Vorsteckstift eingeschoben werden kann. Derlei Bremsen werden auch als Einlegbremsen bezeichnet.

Die Hebelbremsen haben den Vorzug großer Einfachheit und rasch zu erzielender Wirkung, jedoch den Nachteil, daß sich mit denselben verhältnismäßig nur geringe Bremsdrücke erreichen lassen, weil nur geringe Übersetzungsverhältnisse angewendet werden können.

Der Anwendung eines größeren Übersetzungsverhältnisses stellen sich Schwierigkeiten entgegen, da das freie Ende des Bremshebels eine gewisse Weglänge nicht überschreiten kann. Die Größe des Weges, welchen das Ende des großen Hebels beim Bremsen zurücklegt, ist abhängig von dem Übersetzungsverhältnis, von dem Abstand der Bremsklötze, von den Radumfängen, außerdem in geringerem Maß von dem toten Gang und den elastischen Deformationen des Bremsgestänges. Der Abstand der Klötze von den Radumfängen ist nicht unter 5 mm anzunehmen und wird in der Regel ein größeres Maß haben. Schon für einen Abstand von 10 mm ergiebt sich bei einer 50fachen Übersetzung als notwendiger Weg für das Hebelende (abgesehen von totem Gang und elastischer Deformation) $50 \times 10 = 500$ mm.

Fig. 28.

b) Spindelbremsen wurden als Ketten- und als Schraubenbremsen ausgeführt.

Die Kettenspindelbremsen haben hauptsächlich bei amerikanischen Bahnen Verwendung gefunden.

Mit Hilfe einer entsprechend gelagerten vertikalen Welle (Spindel), deren oberes Ende eine Kurbel (Fig. 28) trägt oder kurbelartig ausgebildet ist, kann eine Kette entweder direkt auf das untere Spindelende oder auf eine dort aufgesteckte Trommel aufgewunden werden und wird durch Anspannung der Kette das mit derselben verbundene Bremsgestänge angezogen.

Mit diesen Kettenspindelbremsen lassen sich bedeutendere Bremswirkungen nicht erzielen. Dieselben haben ferner den Nachteil, daß die Kette einer großen Abnutzung unterworfen und daher häufigem Reißen ausgesetzt ist.

Wird der Durchmesser des Kurbelkreises mit d, jener der Spindel oder der Kettentrommel (oder richtiger der mittlere Durchmesser der auf die Spindel oder Trommel aufgewickelten Kette) mit δ, ferner die an der Kurbel angreifende Kraft mit P und die Spannung der Kette mit Z bezeichnet, so ist

$$Z = \frac{d}{\delta} . P.$$

Die Schraubenspindelbremsen, kurzweg Spindelbremsen genannt, gestatten das Wagengewicht für das Bremsen gut auszunutzen, da ihre Konstruktion für jeden erforderlichen Bremsdruck hergestellt werden kann.

Die Einrichtung der Spindelbremse ist folgende:

Auf dem oberen Teil der Spindel S (Fig. 29 und 30) befindet sich die Kurbel K, während auf den unteren Teil der Spindel ein flaches Schraubengewinde geschnitten ist. Die Schraubenmutter M ist mit dem Hauptzugwinkel W entweder durch die Zugeisen z verbunden (Fig. 29) oder unmittelbar in dem einen Armende des Hauptzugwinkels gelagert (Fig. 30). Das andere Ende dieses Winkelhebels ist durch die Hauptzugstange H mit dem großen Hebel der Bremswelle verbunden, von welcher aus die Kraft-

übertragung auf die Bremsklötze, ähnlich wie vorher beschrieben, erfolgt. Zur Unterstützung der Bremsspindel ist das Lager L angeordnet. Bei der Drehung der Spindel bewegt sich die Mutter geradlinig nach auf- oder abwärts, da sie durch ein Führungslineal F und die Zugeisen Z (Fig. 29) oder durch die Lagerung in dem Hebel W (Fig. 30) gehindert ist, die Drehung der Spindel mitzumachen.

Die Bedienung der Spindelbremse erfolgt durch einen Arbeiter (Bremser), für dessen Aufenthalt entweder ein Standboden (Bremsplateau), oder ein offener Bremsersitz, oder eine eigene Bremserhütte auf dem Wagen angeordnet wird.

Wird der Durchmesser des Kurbelkreises mit d, der mittlere Durchmesser des Schraubengewindes mit δ, die Höhe eines Schraubengangs mit h, der Koefficient der Reibung bezüglich der aufeinandergleitenden Schraubenflächen mit f, ferner die an der Kurbel wirkende Kraft mit P und die Spannung der Zugeisen, bezw. der Hauptzugstange (letzteres nur, wenn der Winkel W rechtwinklig und gleicharmig ist) mit S bezeichnet, so ist

$$S = \frac{d}{\delta} \cdot \frac{\frac{3.14 \cdot \delta}{h} - f}{1 + f \cdot \frac{3{,}14 \cdot \delta}{h}}$$

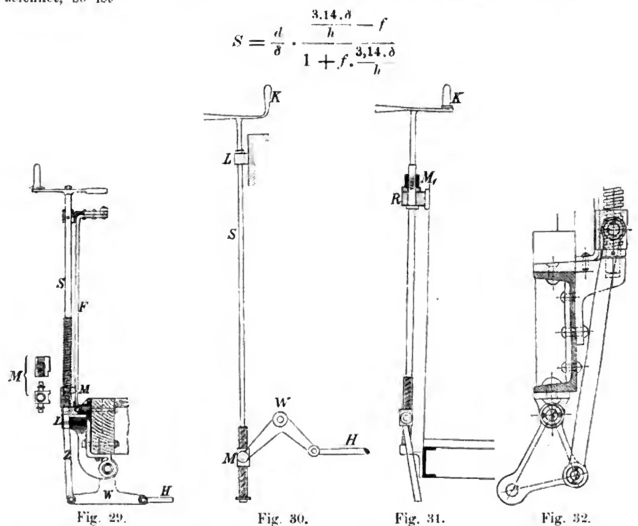


Fig. 29. Fig. 30. Fig. 31. Fig. 32.

Um beim Aufbremsen ein überflüssig weites Lösen der Bremsklötze zu vermeiden, hat hie und da die nachstehend beschriebene Einrichtung (Fig. 31) Verwendung gefunden. Auf die Bremsspindel ist auch im oberen Teil ein Gewinde geschnitten, auf welchem sich eine zweite Mutter M_1 bewegt, die ebenfalls geradlinig geführt ist.

Beim Anziehen der Bremse bewegt sich die Mutter M_1 anfänglich nach aufwärts, wird aber nach einer Anzahl Drehungen nicht weiter gehoben, weil das Gewinde der Spindel aufhört, so daß bei dem weiteren Drehen der Spindel die Bremse allerdings mehr und mehr angezogen wird, die Mutter M_1 jedoch in Ruhe bleibt. Bei der Rückdrehung der Spindel, also beim Lösen der Bremse, kommt das Gewinde wieder mit der Mutter M_1 zum Eingriff. Die Mutter M_1 bewegt sich nach abwärts, bis sie gegen den Führungsring R stößt. Ein weiteres Abwärtsbewegen der Mutter M_1 und damit ein weiteres Aufbremsen ist hierdurch verhindert. Gegen diese Vorrichtungen werden aus dem Grund Einwendungen erhoben, da nur bei sorgfältiger Reinhaltung des oberen Schraubengewindes Funktionsstörungen zu vermeiden sind.

Wie schon erwähnt, bietet die Schraubenspindelbremse den Vorteil, für jeden erforderlichen Bremsdruck ausgeführt werden zu können, da man in der Wahl des Übersetzungsverhältnisses fast nicht beschränkt ist. Diese Bremsen werden häufig mit einer Übersetzung von 1 : 300 bis 1 : 600 ausgeführt. Es kommen übrigens auch solche mit geringeren und größeren Übersetzungen zur Ausführung. Die höheren Übersetzungen haben den Nachteil, daß unter sonst gleichen Umständen mehr Kurbelumdrehungen erforderlich sind, als bei geringeren Übersetzungen, daher bei derartigen Bremsen der Beginn der Bremswirkung verzögert wird.

Wäre z. B. der Abstand der Klötze von den Rädern 20 mm, so müßte bei einer Übersetzung von 1 : 650 die Hand an der Bremskurbel einen Weg von 650 × 20 mm = = 13.000 mm zurücklegen, damit die Klötze mit den Radumfängen in Berührung kommen. Beschreibt die Kurbel bei ihrer Drehung einen Kreis von 400 mm Durchmesser, so ist der Weg der Hand bei einer Umdrehung 400 × 3,14 = 1256 mm. Es wären sonach mehr als zehn Umdrehungen erforderlich, nur um die Klötze zum Anliegen zu bringen, bezw. eine Bremswirkung hervorzubringen. Es ist daher erklärlich, daß man bestrebt war, den Nachteil des „toten Gangs" möglichst zu beseitigen.

Auf einfachste Weise wird dies erreicht durch entsprechende Konstruktion des Bremszugwinkels. Dadurch, daß die mathematischen Hebelarme *ac* und *bc* dieses Winkels (Fig. 32) nicht wie gewöhnlich einen Winkel von 90°, sondern einen spitzen Winkel einschließen, ist beim Anziehen der Bremse der Weg, welchen der Punkt *a* bei einer Kurbeldrehung zurücklegt, anfänglich verhältnismäßig groß und nimmt in der Folge mehr und mehr ab, mindestens innerhalb der Bewegungsgrenzen, welche hier in Betracht kommen. Mit dieser Einrichtung ist allerdings ein kleiner Nachteil verbunden, nämlich der, daß bei zunehmender Abnutzung der Klötze das für die Kraftäußerung maßgebende Übersetzungsverhältnis der Bremse, welches unmittelbar nach dem Regulieren der Bremse (Nachstellen der Klötze) seinen kleinsten Wert hat, beständig zunimmt. Diese Konstruktion wird von mehreren Bahnverwaltungen angewendet.

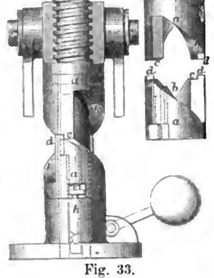


Fig. 33.

Auch die Bremskonstruktionen von Paulitschky und von Weickum gründen sich auf die Absicht, den Nachteil des toten Gangs thunlichst zu beseitigen.

Fig. 33 zeigt den Schnellbremsapparat von Paulitschky, welcher dazu dient, beim Bremsen den Spielraum zwischen Rad und Bremsklotz mit einer Dritteldrehung an der Bremskurbel zu beseitigen und den bei der Montage der Klötze angenommenen Spielraum konstant zu erhalten, d. h. die Klötze im Verhältnis zu ihrer Abnutzung nachzustellen. Der eigentliche Bremsdruck wird mittels der Bremsspindelschraube erzeugt.

Diese ist eine gewöhnliche Schraubenspindel mit einem verlängerten Zapfen. An diesem letzteren befinden sich zwei kleine gußeiserne Cylinder *a* und *a'* mit kurzen, steilen Schraubengängen *b*, die durch entgegengesetzte, weniger steile Schraubenflächen *c* und Ansätze *d* (Warzen) begrenzt werden.

Einer von diesen Cylindern ist mit der Spindel fest verbunden, während der zweite lose auf letzterer so aufgesteckt ist, daß sich die Schraubenflächen *b* beider Cylinder berühren.

Im Innenkreise, in der Längsrichtung des einen Cylinders, bewegt sich in einer Nut ein kurzer Riegel *e*, welcher durch einen Gewichtshebel, eventuell auch durch eine Feder mittels des Bufferstöckels *h* nach aufwärts gedrückt wird.

Dreht der Bremser die Spindel mit der Kurbel von rechts nach links, so gleiten die Schraubenflächen *b* des an der Spindel befestigten Cylinders *a* und des durch den Buffer *h* festgehaltenen Cylinders übereinander, und zwar solange, bis die beiden Gegenschraubenflächen *c* sich berühren und die aneinander stoßenden Ansätze *d* ein Weitergleiten verhindern. In diesem Momente wird der Riegel *e* nach abwärts auf den Buffer gedrückt und der Widerstand des letzteren soweit reduziert, daß sich nun beide Cylinder leicht mit der Spindel weiter drehen lassen.

Die Mutter an der Spindel, an welcher die Zuglaschen hängen, funktioniert wie gewöhnlich und wird dadurch mit einer Drittelumdrehung an der Kurbel der Spielraum zwischen den Rädern und Bremsklötzen sehr rasch aufgehoben, daher das Festbremsen schnell herbeigeführt.

In Fig. 33 sind die gußeisernen Cylinder in gehobener Stellung, somit in jener Lage dargestellt, in welcher die Bremsklötze bereits anliegen.

Wird nun die Bremse gelüftet, so bewegen sich beide Cylinder mit der Spindel. Die Mutter mit den Lamellen wird durch die Spindelschraube nach abwärts geschoben und so der Bremsdruck nach und nach reduziert. Diese Reduktion des Bremsdrucks gestatten die Schraubenflächen *c* und der kleine Buffer *h* nur bis zu einer gewissen Grenze; ist diese erreicht, so verschieben sich beide Flächen *c* gegenseitig, die Cylinder gleiten ineinander, soweit es ihnen möglich, der etwas eingedrückte Buffer tritt aus seiner Öffnung, stoßt den Riegel *e* nach aufwärts und verhindert durch sein Eingreifen in die Nut ein Weiteröffnen der Bremse.

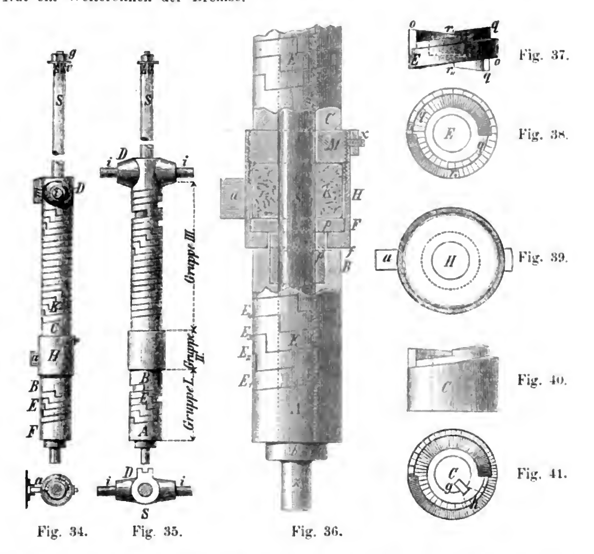


Fig. 34. Fig. 35. Fig. 36.

Der Moment des oben erwähnten Abgleitens der Cylinder tritt bei einer und derselben Konstruktion nahezu ganz regelmäßig ein, wodurch das Öffnen der Bremse gleichmäßig begrenzt und so der fast immer gleich groß bleibende Spielraum zwischen Rädern und Bremsklötzen bedingt wird.

Der Zuwachs des Spielraums durch die Abnutzung der Bremsklötze wird durch das Höherstehenbleiben der Mutter an der Spindel korrigiert.

Bei der Schnellbremse von Weickum wird der vorangegebene Zweck mit Hilfe einer zerlegbaren Schraube ohne Mutter erreicht. Auf die Spindel (Fig. 34, 35, 36) ist nämlich kein Gewinde geschnitten, sondern an Stelle des Gewindes sind eine Anzahl einzelner Ringe mit schraubenförmigen Flächen auf die Spindel gesteckt. Die ganze Ringsäule wird durch den aufgeschweißten Bund *b* unterstützt, über dem sich unmittelbar der unten ebene, oben von Schraubenflächen begrenzte Ring *A* (Fig. 36) befindet, welcher auf der Spindel mittels eines Stifts befestigt ist. Nun folgt eine Reihe

gewöhnlicher Schraubenringe *E* (Fig. 37 und 38) und hierauf der oben ebene Ring *B* mit der nach oben erweiterten Bohrung für den Bodenring *p* der Hülse *H*; der Ring *p* ist mit dem Ring *B* verbohrt. Durch den Kautschukring *K* kann der Ring *p* mit der Hülse *H*, ferner die Mutter *M* durch die Druckschraube *x* so fest verklemmt werden, daß nur eine gemeinsame Bewegung möglich ist. Zwischen *H* und *B* ist bei *f* (Fig. 36) soviel Spielraum vorhanden, daß durch die Belastung von *H* mittels Zusammendrückung von *K* die Reibung zwischen *H* und *p* aufgehoben werden kann; *H*, *K*, *M* und *p* bilden somit eine Art von Reibungskuppelung zwischen *H* und *B*, solange *H* keinen Druck von oben erhält. *H* besitzt außen einen Anschlagstift *a* (Fig. 36 und 39), welcher am Wagengestell geführt, die Drehung von *H* mit der Spindel verhindert. Über *H* folgt der unten glatte Ring *C*, welcher mittels Keil *g* (Fig. 41) und Keilnut *n* in der Spindel (Fig. 36) dadurch gegen *S* unverdrehbar gemacht wird, daß der unten am Keil *g* (Fig. 41) sitzende Lappen *h* sich in einen entsprechenden Ausschnitt der Unterfläche von *C* legt. Über *C* folgt eine Reihe gewöhnlicher Ringe *E*, und den oberen Abschluß bildet der Kreuzkopf *D*, welcher zwei zum Bremsgestänge führende Hängeisen trägt und außer den Zapfen *i* (Fig. 35) noch den Anschlag *m* (Fig. 34) besitzt; mittels des letzteren wird der Kreuzkopf gegen das Wagengestell fixiert, also unverdrehbar durch *S* gemacht. Die einzelnen Ringe können sich nur um einen Winkel von 180° gegeneinander verdrehen. Die Drehung der Kurbel nach rechts bewirkt das Anlegen der Bremse. Bei der Drehung erfolgt zunächst das Anheben der untersten Ringe *E* der Gruppen I und III (Fig. 35), und da sich *H* nicht mitdrehen kann und *B* durch die Reibungskuppelung *K*, ferner *p* mit *H* verbunden ist, so gleitet *B* auf dem obersten Ring E_4 der Gruppe I in die Höhe; dasselbe tritt unter *D* ein, und die Hebung erfolgt somit an diesen Stellen gleichzeitig, wobei der Befestigungskeil von *C* in der Keilnut *n* der Spindel hinaufgleitet. Auf diese Weise wird das rasche Anlegen der Klötze an die Radreifen bewirkt und da hiernach durch das Gestänge eine wachsende Belastung auf *D* und somit auf *H* übertragen wird, so löst sich die Reibungskuppelung *p* unter Verengung des Spielraumes *f* aus; eine weitere Hebung erfolgt nun durch *A* und *C*, bis alle Ringe *E* der Gruppe I angedreht sind, und schließlich nur noch durch *C* und die Ringe der Gruppe III. Das Festbremsen geschieht also mit abnehmender Geschwindigkeit, aber zunehmender Kraft. Beim Lösen der Bremse ergiebt sich der umgekehrte Vorgang. Diese Bremse ist bei mehreren Bahnen versuchsweise eingeführt.

Eine andere Aufgabe, welche auf mannigfaltige Weise zu lösen versucht wurde, bestand darin, durch Verbindung der Handbremsen von zwei oder mehreren Wagen die gemeinschaftliche Bedienung der Bremsen dieser Wagen durch einen Bremser möglich zu machen, um dadurch Bremspersonal zu ersparen.

Anderls Vorrichtung zur Verbindung gewöhnlicher Handbremsen besteht aus einer eigentümlichen Hebelvorrichtung, welche die Verbindung der Spindelbremsen von zufällig zusammen kommenden Wagen (die selbstverständlich hierfür entsprechend eingerichtet sein müssen) gestattet. Diese Konstruktion wurde probeweise auf den königl. bayrischen Staatsbahnen eingeführt und sollen damit günstige Resultate erzielt worden sein. (Eine ausführliche Beschreibung und Zeichnung dieser Bremseinrichtung findet sich in dem Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Jahrg. 1886.)

Die Bremskuppelungen von Suchanek und Neblinger haben der Hauptsache nach folgende Einrichtung. Die beiden Wagen, welche gekuppelt werden sollen, kehren einander die Stirnseiten zu, an welchen sich die Bremsspindeln (Bremsplateaux, Bremsersitze) befinden. Entweder ist die Einrichtung derart, daß die Bremsspindel des einen Wagens durch Kegelräder und Gelenksstangen mit einer Kurbel in Verbindung steht, die am andern Wagen angebracht ist, so daß der dort befindliche Bremser sowohl die Bremse des Wagens, auf dem er sich befindet, als auch die Bremse des andern Wagens von einem Stand aus bedienen kann, oder sie ist in der Weise durchgeführt, daß die Bremsspindeln der beiden Wagen durch Kegelräder und Gelenksstangen in entsprechende Verbindung gebracht werden können, wodurch die gleichzeitige Bedienung beider Bremsen durch einen Bremser von jedem der beiden Wagen aus möglich ist. Versuchsweise wurde diese Konstruktion bei einigen Wagen der k. k. österreichischen Staatsbahnen ausgeführt. (Näheres s. Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Jahrg. 1882.)

Hardys Zweiwagenbremse ist in Fig. 42 und 43 dargestellt und sind jene Bestandteile, welche einer gewöhnlichen Spindelbremse hinzugefügt werden müssen, um sie für diese Zweiwagenbremse umzugestalten, in Fig. 42 durch Schraffierung ersichtlich gemacht. Die Verlängerung des Winkelhebels *a* dient dazu, die Gestänge zu kuppeln, falls der Wagen *A* in umgekehrter Stellung gegen den Wagen *B* steht.

Fig. 43 zeigt das Detail der Kuppelung der Bremsgestänge zweier Wagen. Diese Kuppelung ist mit Rücksicht auf das notwendige Bufferspiel und das Befahren von Bahnkrümmungen konstruiert.

In die Zugstange *p* des Wagens *B* ist eine Schraubenkuppelung *s* mit linkem und rechtem Gewinde eingeschaltet, um das gleichmäßige Einstellen der Bremsklötze der beiden Wagen zu ermöglichen. Unter dem Wagen *B* ist eine Blechhülse *t* angebracht, in welcher der Kuppelungshebel *k* eingeschoben werden kann, wenn der Wagen *B* allein, d. h. nicht in Verbindung mit einem für diese Zweiwagenbremse eingebrachten Wagen rollt.

Wird die Bremsspindel des ersten Wagens in Thätigkeit gesetzt, so werden die Bremsklötze, da hier die vorhandene Bremse unverändert bleibt, wie bisher an die Räder angedrückt; gleichzeitig wird aber durch die Bewegung des Bremswellenhebels *b*

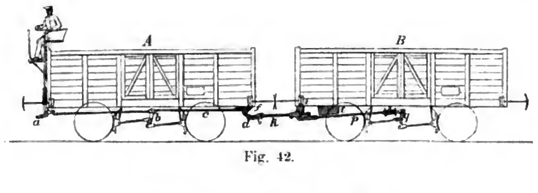


Fig. 42.

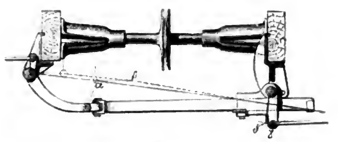


Fig. 43.

vermöge der Zugstange *c* und des Winkelhebels *d* der Kuppelungshebel *k* nach aufwärts bewegt, hierdurch der Bremswellenhebel *q* des zweiten Wagens angezogen, wodurch auch die Bremsklötze dieses Wagens an die Räder angedrückt werden.

Zweiwagenbremsen können wohl nur dort Verwendung finden, wo die Verkehrsverhältnisse gestatten, daß die hierfür eingerichteten Wagen beieinander bleiben. Bei Wagen für den allgemeinen Verkehr können solche Einrichtungen nicht ausgenutzt werden.

Schließlich sollen noch die in den technischen Vereinbarungen enthaltenen Bestimmungen, welche speciell die Handbremsen betreffen, angeführt werden:

§ 81. Alle Bremskurbeln müssen zum Festbremsen rechts zu drehen sein.

§ 107. Jede Tenderlokomotive muß ohne Rücksicht auf etwa vorhandene anderweitige Bremsvorrichtungen mit einer Handbremse versehen sein, die jederzeit leicht und schnell angezogen werden kann.

Dieselbe Bestimmung wie § 107 enthält § 115, jedoch heißt es hier: „Jeder Tender“, und ist nach „jederzeit“ die Bedingung eingeschaltet: „auch wenn der Tender von der Lokomotive losgekuppelt ist“.

II. Gewichtsbremsen. Bei dieser Gattung Bremsen wird der Bremsdruck durch die Einwirkung eines Gewichts von entsprechender Größe auf das Hebelwerk der Bremse hervorgerufen. Für das Zu- und Aufbremsen der Gewichtsbremse ist das Heben und

Wiedersinkenlassen des Bremsgewichts erforderlich. Da diese Manipulation das Vorhandensein irgend einer Kraft (in der Regel Muskelkraft) bedingt, so können die Gewichtsbremsen auch als Bremsen definiert werden, bei welchen infolge der indirekten Einwirkung irgend einer Kraft die Bremswirkung mittels eines Gewichts hervorgerufen wird.

Die Exter'sche Bremse, welche im Jahr 1847 auf den bayrischen Staatsbahnen eingeführt wurde, ist der Hauptsache nach eine gewöhnliche Klotzbremse in Verbindung

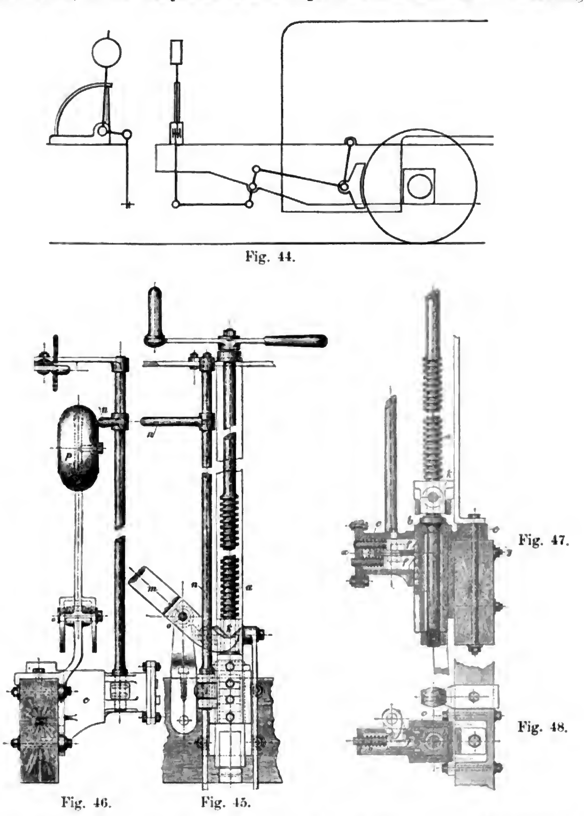


Fig. 44.

Fig. 47.

Fig. 48.

Fig. 46. Fig. 45.

mit einem Flaschenzug, dessen Seil oder Kette durch das Auslösen eines im Gepäckswagen aufgehängten Gewichts angespannt werden kann. Das Öffnen der Bremse wird durch die Drehung eines Schwungrads bewirkt, indem die Kette, an welcher das Gewicht hängt, auf eine Trommel mit einem Sperrrad aufgewunden wird. Mit Hilfe des Schwungrads kann der Bremser die Wirkung der Bremse verstärken oder vermindern und durch das Aufziehen des Gewichts ganz aufheben.

Die Manipulation beim Kuppeln dieser Bremsen ist etwas umständlich und haben selbe auch den Nachteil, daß die ersteren Wagen stärker, die letzteren schwächer gebremst werden. Diese Bremse hat wohl aus diesen Gründen eine allgemeinere Verbreitung nicht gefunden.

Auch für Lokomotiven wurden Exter'sche Gewichtsbremsen angewendet und haben sich hier gut bewährt.

Aus Fig. 44 ist die Anordnung einer solchen Bremse bei einer zweiachsigen Tenderlokomotive ersichtlich. Bei Umlegung des Gewichtshebels tritt die Bremse sofort in Wirksamkeit. Der Bremsdruck läßt sich durch ein entsprechendes Niederdrücken oder Heben des Gewichtshebels steigern oder vermindern. Die Bremse funktioniert gut, wenn der Regulierung derselben genügende Aufmerksamkeit zugewendet wird.

Die Schnellbremse von Gassebner ist eine kombinierte Spindel- und Gewichtsbremse. Aus Fig. 45, 46, 47, 48 ist die Anordnung dieser Bremse für Wagen mit Bremsplateau zu entnehmen.

Durch das Auslösen der Aufhängung des Fallgewichts *p* wird der Hebel *m* in Funktion gesetzt und die Bremsspindel samt Zahnstück gehoben. Die Klötze legen sich sofort mit einem dem Fallgewicht und der Hebelübersetzung entsprechenden Druck an die Radreifen. Die Sperriegel *f* (beziehungsweise einer derselben) halten diese Stellung fest und geben die Stütze für das folgende gänzliche Festbremsen, das durch $^1/_2$ bis $1^1/_2$ Kurbelumdrehungen erreicht wird. Statt des Fallgewichts kann bei geschlossener Bremserhütte auch ein Fußtritt angewendet werden.

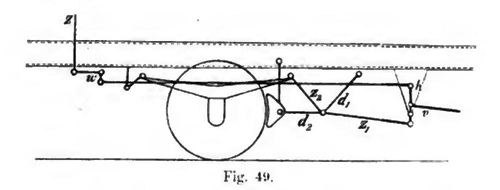


Fig. 49.

Um aufzubremsen werden mit der Kurbel $^1/_2$ bis $1^1/_2$ Umdrehungen (in entgegengesetzter Richtung wie für das Zubremsen) gemacht; hiernach wird das Fallgewicht wieder gehoben und die Sperriegel werden mittels der Auslösevorrichtung zurückgezogen, worauf die Spindel samt Zahnstück in die ursprüngliche Stellung zurückfällt.

Die Gewichtsbremse von Middelberg (Fig. 49) hat der Hauptsache nach folgende Einrichtung:

Durch Drehung eines Handrads wird die Zugstange *z* vermittels eines Zahngetriebes gehoben und dadurch die Bremswelle *r* in Drehung versetzt. Dies bewirkt das Abziehen des Bremsklotzes vom Rad durch die Stangen z_1 und d_2 und ist das Federhängeisen z_2, hiernach durch die Stangen d_1 und z_1 unterstützt.

Durch das Auslösen einer Klinke kann man die Zugstange *z* wieder herabfallen lassen. Die Bremswelle dreht sich dann zurück und der Bremsklotz wird an das Rad gedrückt, indem sich der Zug des Federhängeisens z_2 durch die Verbindung der Stangen d_1 und d_2 kniepreßartig auf den Klotz überträgt.

Bei dieser Bremse erzeugt also das Gewicht des Wagens den Bremsdruck. Damit das Bremsen nicht stoßartig erfolgt, ist die Zugstange *z* mit einem Kolben in Verbindung gebracht, der in einem mit Glycerin gefüllten Rohr, in welches er nicht dicht paßt, eingeschlossen ist.

Diese Bremse wurde bei Gepäckwagen versuchsweise ausgeführt; eine weitere Verbreitung scheint sie jedoch nicht gefunden zu haben.

Bei der durchlaufenden Gewichtsbremse von v. Borries wird durch eine eigenartige Verbindung des das Bremsgewicht tragenden Winkelhebels mit der Zugstange der Bremse der Vorteil erzielt, daß die Bremsklötze mit kleiner Hebelübersetzung angelegt und dann mit starker Übersetzung festgedrückt werden. Auf jede Bremsung folgt unmittelbar

das durch die Abnutzung der Klötze etwa erforderlich gewordene Nachstellen derselben selbstthätig.

Das Heben und Senken des Bremsgewichts geschieht, ähnlich wie bei der Heberlein-Bremse (s. weiter unten), durch eine über den Wagen geführte Leine, welche von der Lokomotive oder von dem Gepäckwagen aus angezogen oder nachgelassen werden kann. Bei den ausgeführten Bremsen beträgt die Kraft zum Heben des Gewichts 35 kg, und können die Bremsklötze durch gänzliches Nachlassen der Leine mit einem Gesamtdruck von 7000 kg angepreßt werden. Durch Anziehen der Leine kann die Bremskraft reguliert, beziehungsweise ganz aufgehoben werden. Diese Bremse ist seit dem Jahr 1883 bei den sämtlichen Nebenbahnen und den Omnibuszügen der königl. Eisenbahndirektion Hannover, sowie seit 1885 an einer größeren Anzahl von Nebenbahnwagen im Bezirk der königl. Eisenbahndirektion Bromberg in Verwendung und soll sich sehr gut bewähren (s. Organ f. d. Fortschritte des Eisenbahnwesens, Jahrg. 1887).

Cowling Welck und Parker Smith haben zur Beseitigung der Betriebsschwierigkeiten, welche sich aus der Einführung verschiedener Bremsarten (Luftsaugebremse, Luftdruckbremse) auf Linien mit gegenseitigem Wagenaustausch ergeben, eine Bremse ausgeführt, die sowohl mittels Preßluft als durch Saugen, oder auch mit der Hand bethätigt werden kann. Das Bremsen der Räder erfolgt einseitig durch Kniehebelübersetzung mittels eines 200 kg schweren Gewichtsklotzes, der sich in der Mitte zwischen zwei zu bremsenden Achsen befindet.

Dieses Gewicht wird durch eine cylindrische Umhüllung gegen Staub geschützt und bildet selbst einen unten durch Lederstulpen abgedichteten Hohlcylinder, in welchem sich ein am Wagengestell befestigter Kolben befindet. Der Cylinderraum ist unten durch die am Kolben, oben durch die am Gewichtscylinder befestigte Dichtung abgeschlossen. Der Kolben besitzt zwei Bohrungen, von welchen die eine mit der Preßluftleitung und dem Ringraum zwischen Kolben und Cylinder, die andere mit der Saugleitung und dem Raum zwischen dem unteren Kolbenende und dem Cylinderboden in Verbindung steht. Ist der Wagen in einen mit einer Preßluftbremse ausgestatteten Zug eingereiht, so tritt die Preßluft durch die erste Kolbenbohrung in den Ringraum, drückt gegen dessen obere am Cylinder befindliche Dichtung, hebt den Cylinder und löst auf diese Weise die Bremse; wird der Druck in der Leitung vermindert, so sinkt der Cylinder und zieht die Bremse an.

Beim Anschluß des Wagens an eine Saugbremse wird ein Leersaugen des unteren Cylinderteils durch die zweite Kolbenbohrung, und somit ein Heben des Gewichtscylinders durch den Druck der Außenluft und Lösung der Bremse herbeigeführt; das Einlassen von Luft in die Saugleitung hat das Anziehen der Bremse zur Folge. Endlich ist in dem äußeren Gehäuse eine mittels gewöhnlichen Handbetriebs zu bewegende Welle gelagert, mit welcher der Gewichtscylinder durch Hebelübersetzung und Klinkenvorrichtung so verbunden ist, daß das Heben des Gewichts zunächst die Lösung der Bremse, bei Überschreitung eines bestimmten Punkts aber die Auslösung der Klinke und das Anziehen der Bremse durch Niedersinken des Gewichts zur Folge hat (Engineering 1887).

III. Federbremsen. Bei den Federbremsen vermittelt eine Feder die Einwirkung irgend einer mechanischen Kraft auf das Bremsgestänge.

Bei den Bremsen von Newall wird die Spannung einer kräftigen Feder bei angezogener Bremse durch das Gestänge auf die Klötze übertragen. Das Entbremsen geschieht durch Zusammenpressen der Feder mit Hilfe eines Zahngetriebes. Die Achse des größeren Rads dieses Getriebes setzt sich als Welle längs des Wagendachs fort und kann mittels eines Gelenkstücks mit der Bremse des nächsten Wagens gekuppelt werden.

Diese Bremse ist kompliziert und hat nur auf einigen englischen Bahnen Verwendung gefunden (s. Heusinger, Handbuch, Bd. II).

Eine der vorangegebenen Bremse sehr ähnliche Konstruktion ist unter dem Namen Foy'sche Bremse zur Ausführung gekommen.

Die Einrichtung der kontinuierlichen automatischen Dampfbremse von Klose ist in den Figuren auf Taf. I ersichtlich gemacht.

Eine kräftige Feder φ (Fig. 3*a* und 3*b*), welche mit dem Bremsgestänge des Fahrzeugs durch den Hebel H und die Zugstange z verbunden ist, bewirkt das Anpressen der Klötze an die Räder. Das Lösen der Bremse wird mit Hilfe eines Dampfkolbens K erreicht, dessen Stange k an einem Hebel h angreift, der mit dem Hebel H entsprechend

verbunden ist. Solange hinreichend gespannter Dampf, welcher aus der Hauptleitung l durch die Zweigleitung l_2 in den Cylinder gelangt, auf den Kolben drückt, wird durch letzteren die Feder φ mittels des Hebelwerks zusammengepreßt und die Bremse ist offen. Der Dampf kann der gewöhnlichen Dampfheizleitung entnommen werden oder es wird eine besondere Leitung angeordnet. Der Ablauf des etwa vor dem Kolben sich ansammelnden Wassers erfolgt durch das Loch i (Fig. 3a), während im Cylinder kondensiertes Wasser durch den Kondensationsautomaten γ entfernt wird.

Die Lokomotive ist mit einem Dampfentnahmeventil R (Fig. 1) versehen, welches derart eingerichtet ist, daß der durch dasselbe strömende Dampf auf einen bestimmten niedrigeren Druck als den Kesseldruck (auf 3—4 at) reduziert wird.

Der Dampf gelangt durch das Rohr l_0 (Fig. 1 d) und das Kolbenventil e nach der Rohrleitung l_1; das Kolbenventil e reguliert selbstthätig den Druck in dem Rohr l durch die Feder f, welche mittels des Hebels r das Kolbenventil mehr oder weniger öffnet.

Das Rohr l_0 ist mit einem Niederschraubventil als Dampfabschluß versehen, für den Fall, als die Bremse längere Zeit nicht benutzt wird.

In die Rohrleitung l ist handlich für den Lokomotivführer der Wechselschieber S (Fig. 1) eingeschaltet.

Der Wechselschieber (Fig. 1 a b c) gestattet, durch Stellung seines Handgriffs die Kommunikation der Leitung l mit l_1 oder unter Abschluß von l_1 die Kommunikation von l mit der Ausströmung l_a nach Belieben herzustellen. Auf der Leitung l ist ein dem Lokomotivführer sichtbares Manometer M angebracht, welches den in der Leitung l herrschenden Druck anzeigt.

Die Rohrleitung l ist von dem Schieber S weiter nach dem Tender geführt und, falls auch die Lokomotive mit einer Bremsvorrichtung versehen wird, mit einer Abzweigung l_2 für die letztere versehen.

Soll gebremst werden, so läßt man den in der Leitung und in dem Druckcylinder befindlichen Dampf durch Öffnen eines auf der Lokomotive angebrachten Ventils austreten. Es ist daher erforderlich, falls die Dampfheizleitung als Bremsleitung benutzt werden soll, die Dampfheizeinrichtung der einzelnen Wagen so zu konstruieren, daß beim Bremsen die Kommunikation des Heizkörpers mit der Dampfleitung selbstthätig unterbrochen und so der Dampf während des Bremsens in den Heizcylindern zurückgehalten wird.

Hierzu dient das in Fig. 5 dargestellte Rückschlagventil, durch welches im Sommer vermittels Einsetzens eines Stückchens Rohr an Stelle der Feder die Heizung abgestellt werden kann.

Die Leitung des letzten Wagens wird mit dem Schlußventil (Fig. 4 a und b) abgeschlossen. Dieses Ventil dient zunächst als Sicherheitsventil, damit der Druck in der Leitung nicht höher als beabsichtigt steigen kann; es dient aber auch gleichzeitig dem Führer als Kontrolle, ob richtig zusammengekuppelt ist.

Indem der Führer den Handgriff r des Reduktionsventils in die Stellung r_1 bringt, wird die Reduktionsfeder gespannt und der Druck in der Leitung erhöht; infolgedessen öffnet sich das Ventil e, welches durch die auf bestimmtem Druck justierte Feder f zugehalten wird, und bläst ab; da das Ventil so beschaffen ist, daß es nicht anders angeschraubt werden kann, als daß seine Mündung nach der rechten Seite zeigt, so kann dieses Abblasen vom Führer gesehen werden. Das Ventil e kann auch durch den Hebel g geöffnet werden, wenn vom letzten Wagen aus gebremst werden soll.

Ist der Wagen nicht mit der Dampfleitung verbunden, so kann das Lösen der Bremse mittels der Spindel erfolgen.

Soll diese Bremse von jedem Fahrzeug aus zur Wirkung gebracht und somit zugleich als Interkommunikationssignal benutzt werden können, so ist an jedem Wagen in der Dampfleitung ein Ventil einzuschalten, durch welches diese entleert werden kann. Die Öffnung des Ventils erfolgt durch einen Hebel, welcher durch eine an entsprechender Stelle geführte Handhabe gehoben werden kann.

Bei längeren Zügen wird dieses Ventil auch zugleich benutzt, um die Entleerung der Dampfleitung beim Schnellbremsen zu beschleunigen; zu diesem Zweck ist dasselbe mit einem schwingenden Hebel versehen, welcher von dem Kolben oder Hebelwerk derart

abhängig gemacht ist, daß bei Bewegung des Kolbens oder Hebelwerks das Ventil in entsprechende Thätigkeit gesetzt wird.

IV. Friktionsbremsen.

Die Friktions- oder Reibungsbremsen beruhen auf dem Princip, die lebendige Kraft des in Bewegung befindlichen Zugs für das Bremsen derartig zu verwerten, daß mit Hilfe einer auf einer Radachse festsitzenden Friktionsscheibe eine zweite solche Scheibe in Drehung versetzt und damit eine Kette aufgewickelt, beziehungsweise angespannt und das Anziehen des Bremsgestänges bewirkt wird.

Eine solche von Mayer konstruierte Bremse kam in Amerika zur Ausführung. Der Friktionsapparat dieser Bremse wird von einer Achse des Tenders oder des ersten Wagens angetrieben. Die Kette läuft unter dem ganzen Zug fort und sind die Bremsgestänge der einzelnen Bremswagen mit dieser Kette verbunden. Ganz ähnlich war ursprünglich die Friktionsbremse von Heberlein eingerichtet.

Bei den verbesserten Friktionsbremsen, welche gegenwärtig hauptsächlich auf Sekundärbahnen Verwendung finden, ist jedes bremsbare Fahrzeug mit einem Friktionsapparat ausgerüstet.

Hierher gehören die Bremsen von Becker, Heberlein, Schmid und verschiedene elektrische Friktionsbremsen.

Die Einrichtung der Becker'schen Bremse besteht in folgendem:

Auf einer schmiedeisernen, parallel zu den Radachsen und in der Nähe eines Räderpaars an zwei Hängeisen aufgehängten Welle sind gegenüber den Radreifen Friktionsapparate befestigt.

Jeder Friktionsapparat besteht aus einer zweiteiligen gußeisernen Scheibe, welche auf der vorgenannten Welle aufgekeilt ist, ferner aus einem hölzernen, am äußeren Umfang mit Eisen armierten Bremsring, der konzentrisch und lose über der Scheibe angebracht ist und keilförmig in selbe eingreift. Bei entsprechender Senkung der Hängeisen gelangt der äußere Umfang des Bremsrings in Berührung mit der Lauffläche oder dem Spurkranz des Rads und wird der Bremsring, wenn sich das Rad in Bewegung befindet, durch Friktion in Umdrehung versetzt; durch den Bremsring wird bei der Drehung auch die zweiteilige Scheibe samt Welle durch Reibung mitgenommen und eine an der Welle befestigte Kette auf dieser aufgewickelt. Da die genannte Kette mit dem Bremsgestänge in entsprechender Verbindung ist, so werden hierdurch die Bremsklötze angepreßt.

Sind die Klötze fest angezogen, so bleibt die Welle mit der Kette gleichwie die inneren Scheiben in Ruhe, und gleitet der von den Rädern des Fahrzeugs noch immer angetriebene Bremsring ohne weitere Wirkung solange auf der inneren Scheibe, bis der ganze Friktionsapparat vom Radumfang abgezogen wird.

Soll die Bremse als kontinuierliche oder als Gruppenbremse dienen, so wird eine Kette, mittels welcher das Heben und Senken der Friktionsapparate erfolgen kann, unter den Fahrzeugen über Rollen geleitet, und ein jedes Fahrzeug, von welchem aus es möglich sein soll, die Bremse zu bethätigen, mit einer Hebevorrichtung versehen.

Damit weder durch das Bufferspiel noch durch die seitlichen oder vertikalen Schwankungen der Fahrzeuge eine zufällige Spannung der Verbindungskette erfolgen kann, ist an jedem Fahrzeug unter der Kopfschwelle des Untergestells eine Kuppelstange mit einem vertikalen Bolzen drehbar angebracht, welche mit der Kuppelstange des folgenden Fahrzeugs durch einen horizontalen Bolzen verbunden ist. Unter den Kopfschwellen und an dem horizontalen Bolzen der Kuppelstangen sind Leitrollen angeordnet, über welche die Zugkette geführt wird.

Die komplizierten Kettenkuppelungen und die rasche Abnutzung der einzelnen Teile haben bewirkt, daß diese Bremse heute fast vollständig außer Gebrauch gekommen ist.

Für Nebenbahnen hat die verbesserte Heberlein-Bremse ausgebreitete Verwendung gefunden (Fig. 50, 51, 52). Bei der kontinuierlichen Heberlein-Bremse wird eine Friktionsrolle *b* gegen eine auf der Radachse des Fahrzeugs aufgekeilte Rolle *a* gesenkt. Von der Nabe der Rolle *b* läuft eine sich schraubenförmig aufwickelnde Galle'sche Kette auf die Übersetzungsrolle *c*, an deren verlängerter Nabe eine zweite Galle'sche Kette befestigt ist, welche an der Zugstange des Bremsgestänges angreift.

Das Heben und Senken des Friktionsapparats erfolgt durch eine an der Stirnseite des Fahrzeugs angebrachte Hebestange *n* mittels einer über den ganzen Zug gehenden

und durch Rollen geführten Leine. Die Hebestange *n* greift am längeren Arm des Winkelhebels *p* an; die Stange *i*, welche am kürzeren Arm von *p* angreift, faßt mit ihrem andern Ende den Rahmen *e*, der durch Hängelaschen *h* am Untergestell des Fahrzeugs aufgehängt ist und den Rollen *b* und *c* als Lager dient.

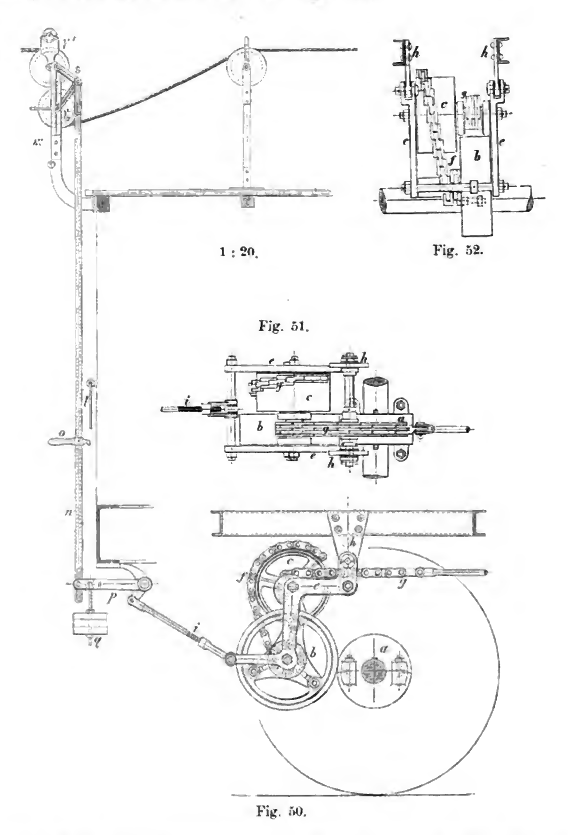


Fig. 52.

Fig. 51.

Fig. 50.

Das Spannen und Loslassen der Leine geschieht durch einen an der Lokomotive angebrachten Bremshaspel, der entweder mit der Hand bedient wird, oder als Dampfhaspel eingerichtet ist. Jedes Fahrzeug hat an beiden Enden sein eigenes Stück Bremsleine mit Kuppelungshaken.

Der an der Hebestange angebrachte Handgriff *o* und der Versicherungsring *l* haben den Zweck, die Bremse des betreffenden Fahrzeugs beim Rangieren offen zu halten und die sonst selbstthätige Wirkung auszuschließen; er dient aber auch zur Bedienung der

Bremse von der Hand aus. Um zu bremsen, wird der Haken des Handgriffs *o* aus dem Ring herausgehoben und die Hebestange *n* langsam herabgelassen; um zu entbremsen, wird der Haken des Handgriffs *o* wieder in den Ring *l* eingehängt. Die gegenseitige Stellung des Handgriffs und des Rings ist eine solche, daß, im Fall die Bremsapparate der Fahrzeuge kontinuierlich verbunden sind, beim Spannen der Leine der Ring von selbst aus dem Haken herausfällt, wodurch die kontinuierliche Bedienung der Bremse ermöglicht wird.

Der Bremsdruck kann durch passende Wahl des Gewichts *q* und des Verhältnisses der Rollendurchmesser für jedes Fahrzeug entsprechend bemessen werden. Sobald die Bremsklötze fest angezogen sind, gleitet die Rolle *a* an der festgestellten Rolle *b* solange vorüber, bis das Fahrzeug zur Ruhe kommt oder die Bremsen durch Abziehen des Rahmens *e* gelöst werden.

Die Hebestange *n* ist an ihrem oberen Ende mit einer Coulisse an einem Winkelhebel *s* aufgehängt. Das eine Ende von *s* ist an einem fixen Bock befestigt, der eine Rolle r_1 trägt; das andere Ende von *s* trägt eine zweite Rolle r_2. Wird die Leine, welche um die beiden Rollen entsprechend geschlungen ist, nachgelassen, so geht r_2 und mit ihr der Hebel *s* und die Hebestange nach unten und die Bremse tritt in Thätigkeit. Durch Spannen der Leine werden die Bremsapparate außer Thätigkeit gesetzt.

Die Schmid'sche kontinuierliche Schraubenradbremse unterscheidet sich von den vorgenannten Friktionsbremsen dadurch, daß das Anziehen der Bremsklötze nicht unmittelbar durch die Friktionsrollen bewirkt, sondern mit letzteren ein Schraubenbremsapparat bethätigt wird, durch welchen das Anziehen der Bremsklötze erfolgt.

Diese Einrichtung bietet gegenüber derjenigen von Heberlein den Vorteil, daß die Friktionsrollen außer Eingriff gebracht werden können, sobald die geeignete Anspannung der Bremse erreicht ist, da das Schraubenrad auch dann in der erlangten Stellung verbleiben kann.

Während bei der Becker- und Heberlein-Bremse die Räder der gebremsten Fahrzeuge entgegen der Fahrrichtung nicht gehalten sind und ein Strecken des Zugs infolge der Bufferwirkung oder ein Rückwärtsrollen auf einer Steigung nicht verhindert wird, bleibt diese Bremse für jede Fahrrichtung geschlossen. Bei den vorgenannten zwei Bremseinrichtungen müssen die Bremsketten erst beim Rückwärtsrollen in verkehrter Richtung aufgewickelt werden, bis ein Festbremsen auch in dieser Richtung erfolgt.

Die Konstruktion der Schmid'schen Bremse ist in den Fig. 53, 54 und 55 dargestellt. Der als Antriebsmotor benutzte Friktionsapparat besteht aus zwei Keilfriktionsrollen, welche auf ihrer Peripherie ineinander eingreifen.

Die Rolle *a* ist auf einer Achse des zu bremsenden Fahrzeugs befestigt und dreht sich mit dieser. Die Rolle *b*, welche nicht nur Keilfriktionsrolle ist, sondern zugleich auch das Kettenrad *d* bildet, ist in dem am Untergestell des Wagens befestigten Rahmen *c* freischwebend aufgehängt. Über die Rolle *b*, in die Kettennüsse *d* eingreifend, ist eine endlose Kette *e* geschlungen, die ein zweites kleineres Kettenrad *f* umfaßt, welches das Antriebsrad für den Schraubenradbremsapparat bildet. Dieser ist an dem Untergestell des Fahrzeugs befestigt.

In dem Cylinder *h* befindet sich der Bremsmechanismus, bestehend aus Schnecke l (Schraube ohne Ende), Schneckenrad *m* auf der Achse *n*, sowie auf derselben Achse sitzend die Reibungskuppelung *o*, o_1 und o_2. Der Teil *o* steckt lose auf der Achse *n* und bildet zugleich eine Kettentrommel, an welcher die starke Bremskette *E* hängt. Hingegen ist o_1 auf der Achse *n* festgekeilt und o_2 steckt verschiebbar auf einem in die Achse eingelegten Keil. Die drei genannten Kuppelteile greifen mit ihren ringförmigen Keilrippen ineinander und bilden die Reibungsfläche. Die Größe der Reibung ist abhängig von dem Gewicht *p* und der Hebellänge *q*. Es kann deshalb durch das Gewicht *p* die Kraft bestimmt werden; mit welcher man bremsen will.

Wird der dreiarmige Hebel *t* genügend gesenkt (Fig. 55), so kommt die Friktionsrolle *b* mit der Rolle *a* in Kontakt, die Rolle *f* beginnt sich zu drehen, es wird hierdurch das Zahnrad *m* in Bewegung gesetzt; gleichzeitig geht die Stange *u* nach links, das Gewicht *p* beginnt zu sinken, da das Ende des Hebels *r* in der Coulisse von *u* frei wird; die Reibungskuppelung o_2 drückt den Teil *o* nach links, das Gewicht *p* preßt die Kuppelungsteile, welche nun auch in Rotation gelangen, aneinander und endlich wird die Kette *E* auf der Nabe von *o* aufgewickelt, sowie die Bremszugstange angezogen.

Durch die Art der Anbringung der Leitrolle b^1 an dem Gabelhebel *x*, dessen Drehungsachse sehr nahe der Rollenachse von b^1 liegt, wird eine Selbstabwindung der Friktionsrolle *b* bewirkt, ohne hierdurch die Bremse zu lösen. Sobald nämlich der Zug an der Kette *E* eine gewisse Größe erreicht, wird die Rolle b^1, welche an dem oberen Ende des Hebels *x* mittels ihrer Achse gelagert ist, nach rechts gezogen und das zweite Ende des Hebels *x* nach links gedreht; dadurch wird das Abziehen der Friktionsrolle *b*

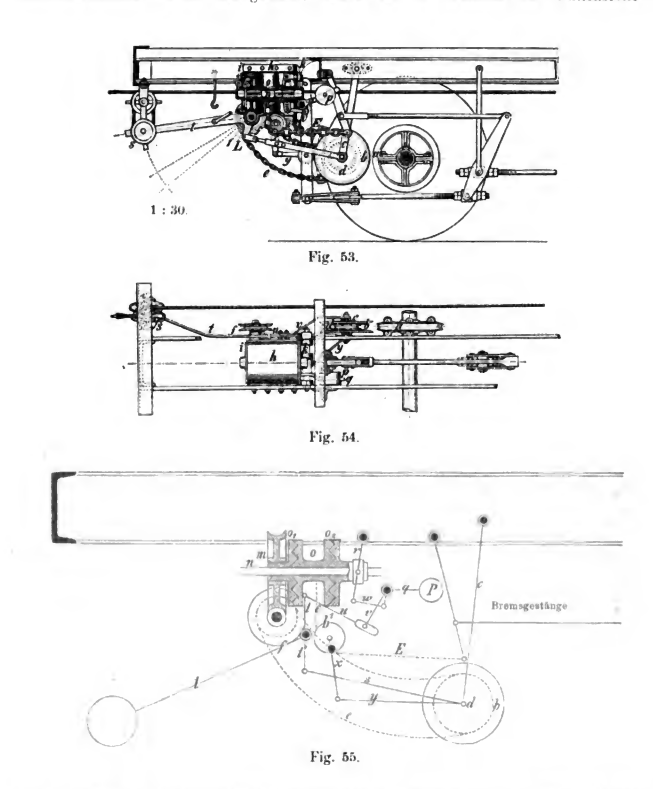


Fig. 53.

Fig. 54.

Fig. 55.

von *a* mittels der Verbindungsstange *y* bewirkt, und Rolle *b* und mit dieser das Zahnrad *m* gelangen zum Stillstand.

Der Hebel *v* und das Gewicht *p* werden jedoch bei der kleinen Bewegung des Hebels *u* vermöge des Spielraums in der Coulisse noch nicht gehoben, und bleibt somit die Reibungskuppelung und die Bremse geschlossen. Erst bei weiterem Heben des Hebels *t* schiebt das Coulissenende von *u* den Hebel *v* nach rechts, wodurch das Gewicht *p* gehoben, die Reibungskuppelung auseinandergezogen, die Kette *E* zum Abrollen gebracht und die Bremse gelöst wird. Diese Einrichtung gewährt den Vorteil, daß bei anhaltendem

Bremsen der Antriebsmechanismus stillestehen kann und die beweglichen Teile möglichst geschont werden. Mit der Leine kann die Rolle *b* bis zu einer gewissen Grenze abgezogen werden, ohne die Bremse zu lösen.

Die Bedienung der Bremse geschieht in folgender Weise. Über den Wagendächern des Zugs oder auch unter den Wagen in Rollen *s* geführt, läuft, wie Fig. 53 zeigt, eine Leine, welche die sämtlichen Bremsapparate eines Zugs miteinander verbindet und bis zu einem auf der Lokomotive oder im Gepäckwagen angebrachten Haspel reicht, mittels welchem die Leine angespannt oder nachgelassen werden kann. Durch Nachlassen der Leine werden die Bremsapparate in Thätigkeit gesetzt; durch Anspannen derselben kommen die Friktionsrollen zunächst außer Berührung, das Weiteranspannen löst die Bremse. Während der Fahrt ist die Bremsleine leicht gespannt und sind dadurch alle Bremsapparate außer Wirkung gehalten. Wenn gebremst werden soll, so wird am Haspel der Sperrkegel ausgehoben, die gespannte Leine rollt ab und werden die Bremsgestänge, beziehungsweise die Bremsklötze in der vorher beschriebenen Weise angezogen. Soll die Bremse geöffnet werden, so wird die Bremsleine ganz angespannt, das Gewicht *p* in die Höhe gehoben und die Reibungskuppelung im Bremscylinder auseinandergezogen; die Bremskette *E* rollt ab und die Bremse ist geöffnet.

Soll wenig Bremskraft erzeugt werden, so dürfen die Friktionsrollen *b* und *a* nur ganz kurze Zeit in Kontakt bleiben.

Im allgemeinen ist zu den vorbeschriebenen Friktionsbremsen Folgendes zu bemerken:

1. Die Bedienung dieser Bremsen erfordert große Geschicklichkeit des Bremspersonals, um ein ruhiges, stoßfreies Bremsen zu erzielen.

Durch Summierung der Reibungswiderstände in der Bremsleitung wird bei raschem Ablaufen der Bremsleine von dem Haspel leicht ein ungleichmäßiges Bremsen der einzelnen Fahrzeuge eintreten.

2. Die Regelung der Geschwindigkeit in längeren Gefällsstrecken ist schwer zu erzielen und kommen bei andauernder Bremswirkung leicht einzelne Räder zum Schleifen. (Dieser Übelstand soll bei der Schmid'schen Schraubenradbremse durch die selbstthätige Ausrückvorrichtung vermieden werden.)

3. Die Wirkung der Bremsen ist von der Beschaffenheit der aufeinandergleitenden Flächen der Friktionsscheiben abhängig, worüber das Bremspersonal nicht fortwährend unterrichtet sein kann.

Insbesondere kann die Funktionierung dieser Bremsen durch Eis und Schnee beeinträchtigt werden.

4. Bei längeren Zügen (über 5—6 Wagen) muß verzichtet werden, diese Bremsen als kontinuierliche Bremse zu gebrauchen, da dann die Bedienung derselben infolge der wachsenden Reibung der Leinen auf den Führungen Schwierigkeiten verursacht.

In solchen Fällen erscheint es zweckmäßiger, diese Bremsen als Gruppenbremsen zu verwenden, wobei eine Wagengruppe von der Maschine und eine zweite Gruppe vom letzten Wagen bedient wird.

5. Diese Bremsen treten nur in Funktion, wenn die Fahrzeuge in Bewegung sind.

Bei den elektrischen Bremsen dieser Gruppe wird das Anlassen und Abstellen des Bremsmotors nicht mit Hilfe einer Zugleine, wie bei den Bremsen von Heberlein und Schmid, sondern mit Hilfe einer elektrischen Leitung bewirkt.

Die ersten Versuche, Bremswirkungen mit Hilfe des elektrischen Stroms zu erzielen, wurden von Amberger im Jahr 1853 ausgeführt.

Im Jahr 1865 konstruierte Achard eine Bremse, deren Wirkung auf elektrischem Weg veranlaßt wurde und bei welcher die Übertragung der lebendigen Kraft des Zugs auf die Bremse durch Friktionsscheiben erfolgte.

Eine Achard'sche Bremse verbesserter Konstruktion wird auf der französischen Ostbahn und der französischen Staatsbahn seit längerer Zeit probeweise angewendet. Die Einrichtung dieser Bremse ist folgende: In der Nähe der Wagenachsen sind in Zapfen drehbare Elektromagnete mit scheibenartig ausgebildeten Polen am Wagenuntergestell pendelartig aufgehängt. Sobald der von einer auf der Lokomotive befindlichen Dynamomaschine gelieferte elektrische Strom, welcher durch eine elektrische Leitung den Elektromagneten zugeführt wird, cirkuliert, werden die Polscheiben gegen die Wagen-

achsen gepreßt und hierdurch in Umdrehung versetzt. Dadurch wird eine Kette, welche mit einem Ende mit dem Bremsgestänge verbunden ist, aufgewickelt, beziehungsweise angespannt und so das Anziehen der Bremse bewirkt. Die Stärke des elektrischen Stroms und damit die Größe der Bremswirkung kann durch Steigerung oder Verminderung der Umlaufzahl der Dampfmaschine, von welcher aus der Antrieb der Dynamomaschine erfolgt, reguliert werden. Nach den vorliegenden Berichten hat sich die Bremse gut bewährt. Vergleichende Versuche, welche mit dieser Bremse und anderen durchgehenden Bremsen (Westinghouse, Wenger, Hardy) angestellt wurden, haben in betreff der Schnelligkeit der Wirkung, sowohl rücksichtlich des Anziehens als des Lösens der Bremse, zu Gunsten der elektrischen Bremse entschieden. Neuerer Zeit wurde von Achard eine Einrichtung entworfen, durch welche seiner Bremse eine selbstthätige Wirkung verliehen werden soll. Diese Einrichtung ist kompliziert und ist derzeit nicht bekannt, ob dieselbe praktische Verwendung gefunden hat.

V. Schaltwerksbremsen. Bei dieser Gattung Bremsen wird ebenso wie bei den Friktionsbremsen die lebendige Kraft des Zugs für das Bremsen desselben ausgenutzt, und unterscheiden sie sich von den letzteren dadurch, daß die Kraftübertragung nicht durch Friktionsscheiben, sondern durch ein Schaltwerk erfolgt.

Auf der Chicago-Burlington-Quincy-Eisenbahn wurden im Jahr 1886 vergleichende Versuche mit verschiedenen durchgehenden Bremsen ausgeführt, wobei auch eine von Park konstruierte elektrische Schaltwerksbremse erprobt wurde, welche die nachstehend beschriebene Einrichtung hatte.

Am Wagengestell ist eine gußeiserne Trommel aufgehangen, vermittels welcher eine mit dem Bremsgestänge in Verbindung stehende Kette aufgewunden werden kann. Eine Sperrklinke, welche durch einen auf der Wagenachse befestigten Excenter bewegt wird, kann mit einer seitlich an der Trommel angebrachten Zahnung zum Eingriff gebracht werden. Den elektrischen Strom liefert je nach Bedarf eine auf der Lokomotive befindliche Dynamomaschine, deren Antrieb von einer ebendort aufgestellten, kleinen Dampfmaschine aus erfolgt, und wird derselbe je nach der Stellung eines durch den Lokomotivführer bedienten Kommutators auf zwei verschiedenen Wegen längs des ganzen Zugs bis zum letzten Bremswagen geleitet, aber immer durch die dritte Leitung zur Dynamomaschine zurückgeleitet.

Ein Kabel, welches von der Lokomotive aus längs des ganzen Zugs nach rückwärts läuft und von Wagen zu Wagen durch eigene Kuppelungen verbunden ist, enthält die drei erforderlichen Elektricitätsleitungen.

Durchläuft der elektrische Strom den ersten und dritten Draht, so fällt die Sperrklinke in die Zahnung ein und die Kette wird aufgewunden, da der Rückgang der Trommel durch eine zweite Sperrklinke gehindert ist.

Bei der Unterbrechung des Stroms kommt die erste Sperrklinke wieder außer Eingriff, und die zweite Klinke erhält die Trommel in der erlangten Stellung, so daß die Bremse angezogen bleibt. Läßt der Lokomotivführer dann den Strom die zweite und dritte Leitung durchlaufen, so wird auch die zweite Klinke ausgehoben und die Bremse öffnet sich, indem die Kette von der Trommel abläuft.

Die damaligen Versuche ergaben, daß bei Zügen mit lose gekuppelten Wagen nur mit der Park'schen Bremse das mit heftigen Stößen verbundene, sogenannte Auflaufen der Wagen vermieden wurde, indem mit dieser Bremse die Bremswirkung bei allen Wagen gleichzeitig erfolgte.

VI. Bei den Bufferbremsen wird ebenfalls die lebendige Kraft des Zugs für den Bremszweck ausgenutzt. Wird bei einem in Vorwärtsbewegung befindlichen Zug nur ein an der Zugspitze befindliches Fahrzeug (Tender, Lokomotive) gebremst, so werden die Buffer der nachfolgenden Fahrzeuge mit einer gewissen Kraft aneinandergepreßt.

Bei einer entsprechenden Verbindung der Buffer mit dem Bremsgestänge der Wagen hat das Zusammendrücken der Buffer das Bremsen der Wagen zur Folge.

Nachdem schon vorher von Burnett und von Stephenson solche Bremskonstruktionen ausgeführt wurden, kam im Jahr 1853 eine von Riener konstruierte Bufferbremse auf der Semmering-Bahn versuchsweise zur Verwendung.

Es haben sich hierbei jedoch verschiedene Nachteile ergeben. Die Wirkung der Bremse war zwar kräftig, sie machte sich aber durch den ganzen Zug nicht gleichmäßig geltend; sondern war bei den vorderen Wagen stärker, als bei den rückwärtigen. Bei einem kräftigeren Anziehen der Tenderbremse erfolgte das Feststellen und damit das Schleifen der Wagenräder, und war der Lokomotivführer häufig genötigt, bei der Thalfahrt Dampf zu geben, um den Zug wieder ins Rollen zu bringen. Auch beim Rangieren der Züge ergaben sich mannigfache Anstände. Nach diesen ungünstigen Erfahrungen wurde sehr bald von einer weiteren Verwendung dieser Bremse abgestanden.

Eine von Guérin konstruierte Bufferbremse, welche derart eingerichtet war, daß bei dem Überschreiten einer gewissen Normalgeschwindigkeit das Bremsen selbstthätig erfolgte, und welche ferner auch das Rangieren anstandslos gestattete, wurde nach einem Probejahr auf französischen Bahnen eingeführt.

Die Railroad Gazette (Jahrgang 1885, Juli) berichtet über Versuche, welche mit der Bufferbremse der American Brake-Gesellschaft (St. Louis) durchgeführt wurden. Bei dieser Bremse sind Centrifugalregulatoren mit den Wagenachsen in Verbindung gebracht, welche zur Vermeidung der Anstände beim Rangieren das Anziehen der Bremse infolge Eindrückens der Buffer erst bei Geschwindigkeiten über 2,7 m pro Sekunde zulassen.

Eine von Bode konstruierte Bufferbremse, bei welcher die Verbindung der Buffer mit dem Bremsgestänge durch Drehung eines Hebels ausgeschaltet werden kann, wird in der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure (Jahrgang 1886) beschrieben. Diese Bremse wurde versuchsweise von der Compagnia Generale dei Tramways a Vapore in Turin angewendet, worauf der Gesellschaft vom Ministerium gestattet wurde, mit der Bode'schen Bremse ausgerüstete Züge von fünf Wagen mit 22 km pro Stunde, Züge mit sieben Wagen mit 16 km pro Stunde verkehren zu lassen.

In der Railroad Gazette vom 23. März 1887 wird ebenfalls über eine Bufferbremse, die sogenannte Manomatikbremse, berichtet. Bei dieser Konstruktion soll auch die automatische Wirkung der Bremse bei Zugstrennungen eintreten. Zur Vermeidung des unbeabsichtigten Bremsens beim Verschieben ist eine selbstthätige Sperrvorrichtung angebracht. Es dürfte jedoch auch diese Bremse von den hauptsächlichsten Mängeln der Bufferbremsen nicht frei sein.

VII. Luftdruckbremsen, das sind Bremsen, bei welchen der Bremsmotor durch Preßtluft in Bewegung gesetzt wird.

Bei allen dermalen in Verwendung befindlichen Systemen von Luftdruckbremsen befindet sich auf der Lokomotive eine mit Dampf betriebene Luftpumpe, ein Reservoir zum Ansammeln der gepreßten Luft und ein Bremsventil, welches die den ganzen Zug entlang führende Hauptrohrleitung entweder mit dem Reservoir oder mit der äußeren Luft in Verbindung setzt.

Zur Verbindung der Leitungsrohre der Fahrzeuge untereinander dienen biegsame Schläuche mit lösbaren Kuppelungen.

Von der Hauptleitung führt unter jedem bremsbaren Fahrzeug eine Abzweigung zu dem an demselben angebrachten Bremsmotor, zumeist ein Cylinder mit Kolben. Die Kolben, welche mit dem Bremsgestänge verbunden sind, vermitteln durch den auf sie ausgeübten Luftdruck das Anziehen der Bremse.

Die Luftdruckbremsen lassen sich mit Rücksicht auf ihre Wirkungsweise in direkt wirkende und in selbstthätig wirkende unterscheiden.

Bei den direkt wirkenden Luftdruckbremsen sind während der Fahrt und in ungebremstem Zustand Hauptleitung und Bremscylinder mit der äußeren Luft in Verbindung; soll gebremst werden, so wird diese Verbindung vom Lokomotivführer mittels des Bremsventils aufgehoben, dagegen das Reservoir der Lokomotive mit der Hauptleitung in Verbindung gesetzt; hierdurch strömt den Bremsapparaten gepreßte Luft zu und es wird das Anziehen der Bremsen bewirkt. Das Lösen der Bremse geschieht durch Absperrung des Luftreservoirs und Verbindung der Hauptleitung mit der äußeren Luft.

Nach diesem Princip war die Kendall'sche Bremse ausgeführt, welche Ende der Sechzigerjahre auf englischen Bahnen zur Anwendung gelangte.

Bei dieser Bremse ist der mit Manometer und Sicherheitsventil ausgerüstete Luftbehälter, welchen drei einfach wirkende Pumpen mit komprimierter Luft speisen, nicht auf der Lokomotive, sondern auf einem besonderen Wagen angebracht.

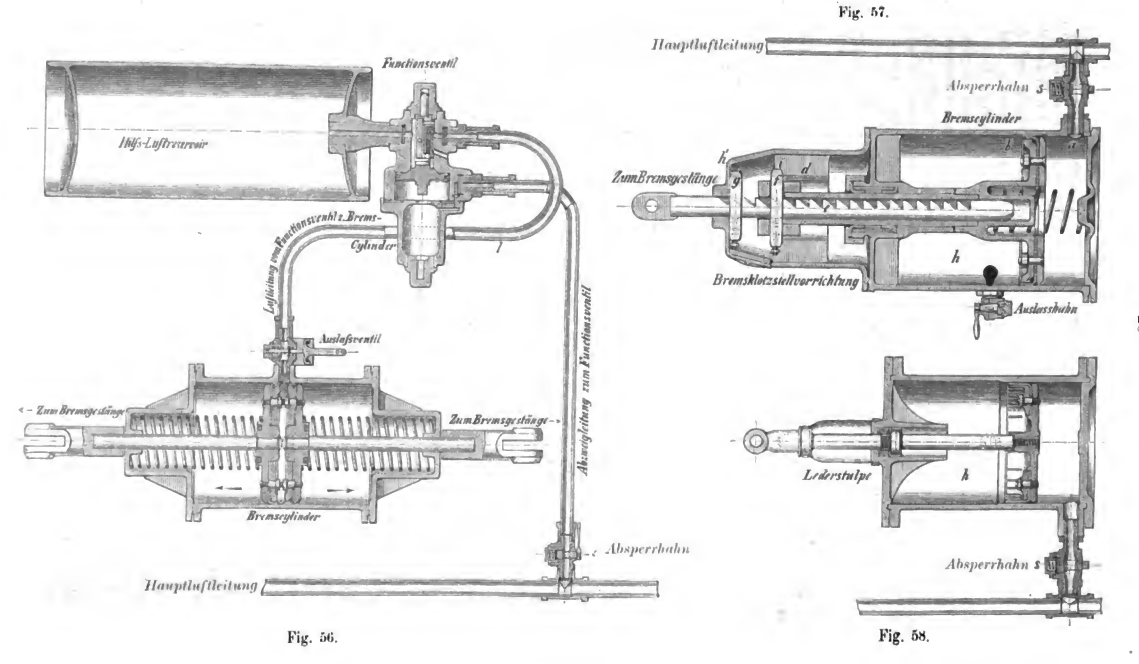


Fig. 56.

Fig. 57.

Fig. 58.

Am Untergestell jedes Bremswagens ist ein gußeiserner Cylinder befestigt, welcher zwei Kolben besitzt, deren jeder mit dem zu einer Achse gehörigen Bremsgestänge verbunden ist. Bei offener Bremse befinden sich die Kolben im mittleren Cylinderteil, in welchen ein Abzweigrohr der Hauptluftleitung mündet. Bei offener Bremse ist die Verbindung des Luftbehälters mit der unter dem Zug fortgeführten Hauptrohrleitung (Luftleitung) durch einen Dreiweghahn abgesperrt und kommunizieren bei dieser Hahnstellung Rohrleitung und Bremscylinder mit der Außenluft.

Durch entsprechende Drehung des Bremshahns wird die Hauptluftleitung von der Außenluft abgesperrt und mit dem Luftbehälter in Verbindung gesetzt; die komprimierte Luft strömt sodann durch die Rohrleitungen in die Cylinder, treibt die Kolben auseinander und bewirkt auf diese Weise das Anziehen der Bremsklötze.

Hierbei läßt sich eine beliebige Regelung des auf die Klötze ausgeübten Drucks von 0 bis zu dem Maximaldruck sehr leicht erzielen und kann die jeweilige Luftpressung auf einem in die Hauptrohrleitung eingeschalteten Manometer abgelesen werden.

Bei diesem Bremssystem muß bei jedesmaliger Anwendung der Bremse eine große Luftmenge die Hauptleitung durchströmen, wodurch der Eintritt der Bremswirkung verzögert wird. Dieser Übelstand, welcher allen direkt wirkenden Luftdruckbremsen anhaftet, war die Ursache, daß dieses System fast ganz verlassen wurde.

Bei den selbstthätig wirkenden Luftdruckbremsen ist die zum Bremsen nötige Kraft an jedem bremsbaren Fahrzeug aufgespeichert und gelangt dieselbe bei der Bremsung nur zur Auslösung; hierdurch wird eine raschere Wirkung gegenüber den direkt wirkenden Luftdruckbremsen erzielt.

Bei den selbstthätig wirkenden Luftdruckbremsen kommt als wesentlicher Bestandteil an jedem bremsbaren Fahrzeug zu dem Bremscylinder noch ein Reservoir, das Hilfsreservoir, hinzu; bei einigen Konstruktionen außerdem noch ein Funktionsventil.

Bei der Fahrt mit offener Bremse ist das Hauptreservoir in Verbindung mit der Hauptleitung; in dieser und den Hilfsbehältern, sowie bei gewisser Konstruktion auch in den Bremscylindern vor und hinter den Kolben, befindet sich dann Preßluft von einer bestimmten Spannung. Wird nun die Spannung der Luft in der Hauptleitung vermindert, sei es durch Anwendung des Bremsventils, sei es durch zufälliges oder beabsichtigtes Herstellen einer Verbindung mit der Außenluft an irgend einer Stelle der Hauptleitung, so werden dadurch die Bremsen bethätigt.

Das Lösen der Bremsen geschieht durch Wiederherstellung eines entsprechenden Drucks in der Hauptleitung.

Bei diesen Bremssystemen wird in der Regel die Einrichtung getroffen, daß das Lösen und Anziehen der Bremsen nicht nur von der Lokomotive, sondern auch von jedem Wagen des Zugs aus erfolgen kann.

Die verbreitetsten Systeme von selbstthätigen Luftdruckbremsen sind die gewöhnliche Westinghouse-Bremse, die gewöhnliche Carpenter-Bremse, die Schleifer-Bremse und die Wenger-Bremse; die Steel'sche Bremse ist nur mehr vereinzelt in Anwendung.

Die Einrichtungen der Bremsapparate an Bremsfahrzeugen für die erstgenannten vier Systeme sind in den Fig. 56 bis 59 dargestellt.

Bei der Konstruktion von Westinghouse (Fig. 56) sind Bremscylinder und Hilfsreservoir vollständig getrennt; während der Fahrt ist nur in der Hauptleitung und dem Hilfsreservoir gepreßte Luft und strömt diese erst bei Gebrauch der Bremse in die Bremscylinder über.

Dagegen entspricht die Konstruktion der Bremsapparate von Carpenter (Fig. 57), Schleifer (Fig. 58) und Wenger (Fig. 59) dem sogenannten Zweikammersystem.

Bei dieser Gattung Bremsen wird das Hilfsreservoir durch eine Verlängerung *h* des Bremscylinders auf der Seite hinter dem Kolben gebildet und befindet sich bei offener Bremse gepreßte Luft von gleicher Spannung in der Hauptleitung und auf beiden Seiten des Kolbens; zum Anziehen der Bremse ist es erforderlich, vor dem Kolben eine Druckverminderung zu erzeugen, wodurch die im Hilfsreservoir hinter dem Kolben eingeschlossene Luft den nötigen Bremsdruck abgiebt.

Die Absperrhähne *s* dienen zum Ausschalten der einzelnen Bremsapparate; zum Bremsen des ganzen Zugs von jedem Fahrzeug aus und bei abgeschlossenen Absperr-

hähnen zum Auslassen der komprimierten Luft aus jedem e i n z e l n e n Bremsapparat werden Auslaßhähne angeordnet.

Westinghouse und Wenger verwenden Funktionsventile, hingegen fehlen solche bei den Konstruktionen von Carpenter und Schleifer.

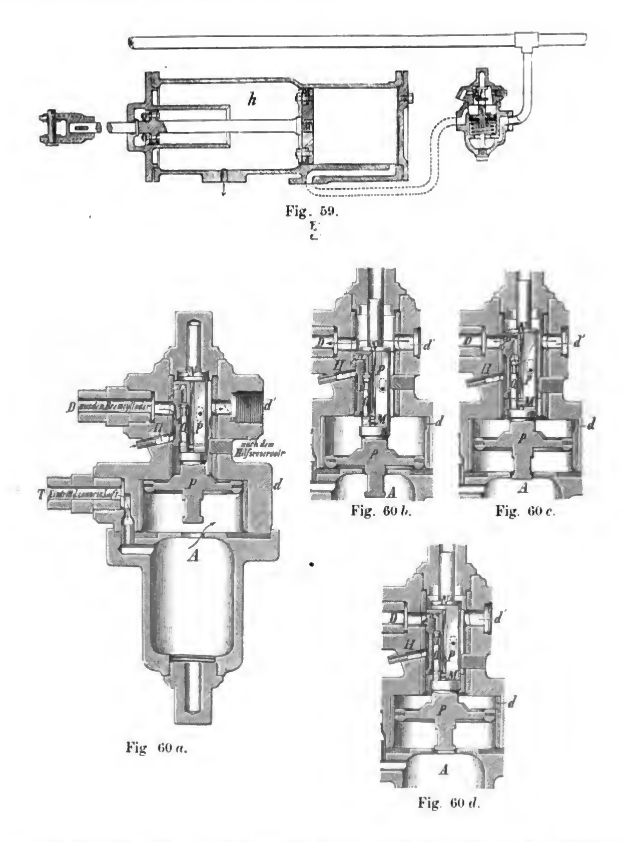


Fig. 59.

Fig 60 *a*.

Fig. 60 *b*.

Fig. 60 *c*.

Fig. 60 *d*.

Bei den erstgenannten vier Systemen wird während der Fahrt im Hauptreservoir auf der Lokomotive die Luftpressung von circa sechs Atmosphären und in den Hauptleitungen und Hilfsreservoirs, beziehungsweise auch in den Bremscylindern, eine Spannung von ungefähr vier Atmosphären gehalten.

Die Regelung des Bremsdrucks erfolgt durch die mehr oder weniger starke Druckverminderung in der Hauptleitung.

Jeder Herabminderung der Spannung in der Hauptleitung entspricht eine durch die Konstruktionsverhältnisse der Bremse bedingte Größe des Bremsdrucks.

Es sollen nun die besonderen Einrichtungen der genannten Luftdruckbremsen näher erläutert werden.

Gewöhnliche Westinghouse-Bremse. Die Fig. 60*a*, 60*b*, 60*c*, 60*d* zeigen das Funktionsventil dieser Bremse in den verschiedenen Stellungen seiner beweglichen Teile dargestellt.

1. Lösung der Bremse (Fig. 60*a*).

Die komprimierte Luft tritt aus der Hauptrohrleitung bei *T* ein, hebt den Kolben *P*, geht durch die Aushöhlung *d* und den Kanal d^1 in das Hilfsreservoir, welches sich bis zu dem in der Hauptrohrleitung vorhandenen Druck mit Luft füllt; gleichzeitig stellt das Schieberventil *S*, welches durch den Kolben *P* mitgenommen wird, die Verbindung zwischen Bremscylinder (Kanal *D*) und Atmosphäre (Ausströmung *H*) her, wonach die Federn die Kolben im Bremscylinder zurückschieben.

2. Volle Anwendung der Bremse (Fig. 60*b*).

Man läßt Luft aus der Hauptrohrleitung und hiermit zugleich aus dem unteren Teil *A* des Funktionsventils entweichen; da infolgedessen der Druck über dem Kolben stärker ist, so sinkt der Kolben *P* und schließt die Aushöhlung *d*, während das gleichzeitig niedergehende Schieberventil *S* die Verbindung zwischen Bremscylinder und äußerer Luft unterbricht. Hierbei wird die Mündung des Rohrs *D* frei und die Verbindung zwischen Reservoir und Cylinder hergestellt, so daß die komprimierte Luft auf die Kolben des Bremscylinders drückt und die Bremse anzieht.

3. Stufenweise Anwendung der Bremse (Fig. 60*c* und 60*d*).

Wenn man nur einen mäßigen Bremsdruck erzielen will, so läßt man nicht die ganze Luft aus der Hauptrohrleitung entweichen. Sobald Druckverminderung in dem unteren Teil *A* des Funktionsventils eintritt, beginnt der Kolben *P* langsam zu sinken (Fig. 60*c*), wobei er vermittels des Riegels *M* den Kolben *Q* mitnimmt und hierdurch die Mündung des Kanals *a* freilegt, während durch die Kolbenscheibe *N* das Schieberventil *S* mitgezogen und die Verbindung zwischen Cylinder und Atmosphäre unterbrochen wird. Die komprimierte Luft des Reservoirs umspielt nun die Stange des kleinen Kolbens *Q* und tritt durch die Mündung *a* in den Cylinder ein, wo sie sich ausdehnt und dadurch an Druck verliert. Sobald derselbe um etwas geringer geworden ist, als der Luftdruck in dem Raum *A*, steigt der Kolben *P* langsam (Fig. 60*d*), nimmt den kleinen Kolben *Q* mit, der nun die Mündung *a* verschließt und dadurch die Verbindung zwischen Cylinder und Reservoir unterbricht. Der Druck der im Cylinder eingeschlossenen Luft und folglich das Bremsen selbst kann also durch Änderung des Luftdrucks in der Hauptrohrleitung reguliert werden.

Das dem Lokomotivführer zur Handhabung der Bremse dienende Bremsventil ist zwischen dem Hauptreservoir der Lokomotive und der Hauptleitung eingeschaltet; es steht mit einem Manometer in Verbindung, an welchem die in der Hauptleitung herrschende Luftpressung abgelesen werden kann. Das Bremsventil enthält einen Drehschieber, der durch einen Handgriff in die verschiedenen Stellungen gebracht wird, und kommen drei Hauptstellungen des Handgriffs in Betracht:

Erste Stellung: Für das Füllen der Hilfsreservoirs mit Luft und für das Lösen der Bremse; zweite Stellung: für das Speisen während der Fahrt, und dritte Stellung: für das Anziehen der Bremse. Für mäßiges Anziehen der Bremse werden dem Handgriff Zwischenstellungen gegeben.

Bei der neuesten Konstruktion des Westinghouse-Bremsventils ist eine Ausgleichvorrichtung angebracht, welche bezweckt, daß der Lokomotivführer die für die beabsichtigte Bremsung erforderliche Druckverminderung nur in einem mit dem Bremsventil in Verbindung stehenden Luftbehälter zu erzeugen braucht, welche Druckverminderung sich sodann mittels eines Ausgleichventils selbstthätig auf die Hauptleitung überträgt.

Hierdurch ist der Übelstand beseitigt, der bei Verwendung der älteren Konstruktionen des Bremsventils, namentlich beim Bremsen langer Züge auftritt, daß (falls der Lokomotivführer beim Anziehen der Bremse, statt die Luft allmählich aus dem Leitungsrohr entweichen zu lassen, eine bedeutende Luftmenge in kurzer Zeit ausläßt und das Ventil dann plötzlich schließt) der Luftdruck im rückwärtigen Teil des Zugs nicht hinreichend

vermindert wird und die nach vorn strömende Luft hier wieder Überdruck erzeugt, welcher bisweilen das Lösen der Bremse an den der Lokomotive zunächst befindlichen Wagen verursachte.

Da bei der Westinghouse-Bremse jene Druckverminderungen in der Hauptleitung, welche einem ganz schwachen und dem stärksten Anpressen der Bremsklötze entsprechen, nicht sehr weit auseinanderliegen, so ist die beliebige Regelung des Bremsdrucks nur bei großer Übung und Aufmerksamkeit des Lokomotivführers möglich; ebenso ist ein Ermäßigen des Bremsdrucks ohne vorheriges gänzliches Lösen der Bremse nicht durchführbar und ist endlich bei lange dauerndem, ununterbrochenem Gebrauch der Bremse ein Neufüllen der Hilfsreservoirs nötig. Aus diesen Gründen scheint die gewöhnliche Westinghouse-Bremse für den Gebrauch auf Gebirgsstrecken, wo die Gefälle eine ununterbrochene und wechselnde Bremswirkung erfordern, minder geeignet, trotzdem sie auch hier in den Fällen, wo von ihrer Maximalwirkung Gebrauch gemacht werden soll, oder wo sie selbstthätig zur Wirkung gelangt, Vorzüge bietet.

Die erwähnten Mängel veranlaßten auf einzelnen Bahnen die Einführung der Westinghouse-Doppelbremse (Westinghouse-Henry).

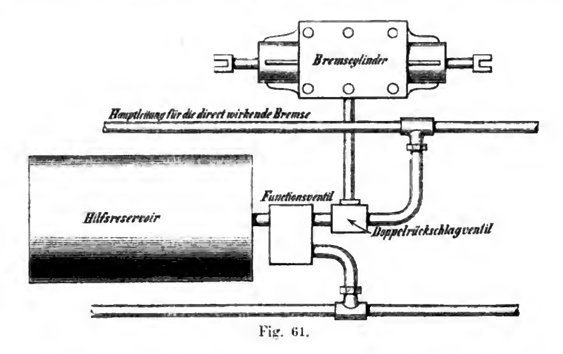


Fig. 61.

Die Einrichtung derselben ist in Fig. 61 in schematischer Weise dargestellt und besteht aus zwei miteinander verbundenen Bremsen, und zwar der automatischen und der direkt wirkenden oder nichtautomatischen Westinghouse-Bremse.

Jede der beiden Bremsen besitzt ein eigenes Hauptleitungsrohr, dagegen dient für beide der gleiche Bremscylinder. Es ist dies durch Anbringung eines besonderen, die beiden Systeme verbindenden Doppelrückschlagventils ermöglicht, welches beim Anziehen der einen Bremse die Hauptleitung der andern abschließt. Jedes Hauptleitungsrohr ist mit einem Bremsventil versehen.

Die direct wirkende Bremse wird beim langsamen Anhalten und zur Regelung der Geschwindigkeit auf Gefällen verwendet; in den übrigen Fällen gelangt die automatische Bremse zur Anwendung.

Bei der gewöhnlichen Carpenter-Bremse tritt die komprimierte Luft an dem rechten Ende des Cylinders bei *a* (Fig. 57) vor dem Kolben ein und treibt denselben so lange nach rückwärts, bis derselbe die in der Zeichnung fixierte Stellung erreicht hat. Durch eine kleine Nut *b* an dem Cylinderkörper von circa 1 mm² Querschnitt ist eine Verbindung mit dem rückwärtigen Teil des Cylinders hergestellt, so daß die komprimierte Luft auch hinter den Kolben treten kann und auf beiden Seiten des Kolbens gleiche Pressung entsteht. Bei Anlegung der Bremse muß die komprimierte Luft vor dem Kolben durch das Bremsventil entweichen, während die hinter dem Kolben befindliche gepreßte Luft nicht mit gleicher Geschwindigkeit durch die kleine Nut nachfolgen kann; es wird durch den so entstehenden Überdruck der Kolben nach vorwärts getrieben,

hierbei die Verbindung durch die Nut aufgehoben und bei dem weiteren Vorwärtsgehen des Kolbens die Bremse angezogen. Zur Lösung der Bremse wird von dem Hauptreservoir frischer Druck dem Cylinder vor dem Kolben zugeführt, um diesen nach seiner früheren Stellung zurückzudrücken.

Es ist hiernach ersichtlich, daß (da die Bremskraft durch Hervorrufen von Druckdifferenz auf beiden Seiten des Kolbens erzeugt wird) der Lokomotivführer die Bremse nach Belieben mit größerer oder geringerer Kraft anlegen kann und daß er in der Lage ist, den Bremsdruck zu verstärken oder zu vermindern, ohne die Bremse zu lösen. Die eingesetzte Spiralfeder dient zum Zurückdrücken des Kolbens, d. h. zum Lösen der Bremse, wenn der Apparat gänzlich von komprimierter Luft entleert ist.

Die von der Kolbenstange verursachte Querschnittsdifferenz hat zur Folge, daß der Kolben in der gezeichneten Lage, trotz gleichen specifischen Drucks auf beiden Kolbenseiten, durch den Luftdruck verschoben wird, und dass im letzten Teil des Hubs von rechts nach links, die von dem Reservoirteil durch die Nut übertretende Luft zum Lösen der Bremse wesentlich mit beiträgt.

Carpenter hat überdies eine automatisch wirkende Nachstellvorrichtung für Bremsklötze angewendet; dieselbe besteht aus zwei Platten *g* und *f*, welche auf der Zahnstange reiten, und ist *g* eine einfache gußeiserne Scheibe, welche vermöge ihres Eigengewichts, beziehungsweise vermittels einer Feder in die Zahnlücken der Zahnstange gedrückt wird, während *f* einen in die Kolbenrohrmutter *d* eingesetzten Schieber bildet, der durch eine Spiralfeder in den Zahnlücken festgehalten wird. Das Spiel ist folgendes: Beim Zurückgang des Kolbens werden zunächst beide Platten mitgenommen. Ist der Abstand der Bremsklötze ein normaler, so entspricht der von *g* zwischen den Wänden h_1 und *i* zurückgelegte Weg dem Normalhube des Kolbens und kommt die Nachstellvorrichtung nicht in Thätigkeit. Ist dagegen der Abstand der Klötze ein größerer, so macht der Kolben einen größeren Hub, während die Platte *g* gegen *i* stößt und zurückgehalten wird. Durch das Weitergehen der Zahnstange wird die Platte gehoben und beträgt der Hub bereits 25 mm, so fällt die Platte in den nächsten Zahn ein. Beim Rückgange stößt die Platte *g* gegen *h* an und verhindert die Zahnstange weiter herauszugehen, wogegen der Kolben bis zum Anstoßen an die verlängerte Stopfbüchse vorgeschoben wird, den Überschuß von 25 mm mehr zurücklegt und dadurch die Platte *f* auf der Zahnstange um einen Zahn weiterdrückt. Die Platte *g* bewirkt die Nachstellung der Bremsgestänge und der Bremsklötze, während die Platte *f* den Kolben nachstellt und die Verbindung zwischen demselben und der Zahnstange in seiner jeweiligen Lage vermittelt. Dieser Vorgang wiederholt sich, so oft die Bremsklötze um 3 bis 5 mm abgeschliffen werden und tritt die Zahnstange immer weiter in das Kolbenrohr ein, bis die Bremsklötze gänzlich abgenutzt sind. Behufs Auswechslung der Bremsklötze dreht man die Zahnstange um 90°, wodurch die Platten *g* und *f* außer Eingriff kommen, so daß dieselben auf der glatten Seite der Stange reiten und letztere beliebig herausgezogen werden kann. Durch Zurückdrehen der Stangen kommen die Platten an passender Stelle zum Eingriff und ist so die Vorrichtung wieder betriebsfähig hergestellt.

Diese Art der Nachstellung ist übrigens kein unbedingtes Erfordernis der Carpenter-Bremse. Dieselbe wird manchmal auch weggelassen, da sich Fälle von Versagungen der Bremse ereignet haben, welche der Wirkung dieser Nachstellvorrichtung zugeschrieben wurden.

Schleifer-Bremse. Die Wirkungsweise dieser Bremse ist dieselbe wie die der gewöhnlichen Carpenter-Bremse; der Unterschied beider Systeme liegt nur in der verschiedenartigen Detailausbildung.

Der Kolben des Bremscylinders (Fig. 58) ist bei Schleifer mit Ledermanschetten mit fingerförmig angeordneten Federn versehen, welche bei Überdruck hinter dem Kolben abdichten, bei ganz geringem Überdruck vor dem Kolben aber Überströmen nach rückwärts gestatten. Das Zurückziehen des Kolbens erfolgt durch Gewichte.

Selbstthätige Nachstellvorrichtung verwendet Schleifer nicht.

Wenger-Bremse. Der Bremscylinder (Fig. 59) zeigt eine ähnliche Konstruktion wie bei Schleifer; durch den auf der Kolbenstange angebrachten kleineren Kolben soll eine Lösung der Bremse ohne Zuhilfenahme von Federn oder Gegengewichten bewirkt werden.

Das zwischen Hauptleitung und Bremscylinder eingeschaltete Functionsventil besitzt einen mit einer Ledermanschette versehenen Kolben, der durch eine Feder stets nach aufwärts gedrückt wird und bei seiner Bewegung einen kleinen Schieber *t* mitnimmt. Bei Füllung des Bremscylinders, wobei der Kolben seine höchste Stellung einnimmt, schließt der kleine Schieber die nach außen führende Oeffnung ab; die gepreßte Luft passiert am Umfang der Ledermanschette, gelangt über den Kolben und sodann in den Bremscylinder, wo sie die Räume zu beiden Seiten des Kolben füllt.

Wird beim Bremsen eine Druckverminderung in der Hauptleitung herbeigeführt, so dichtet der über dem Kolben des Funktionsventils entstehende Überdruck die Ledermanschette ab; der Kolben wird nach abwärts gedrückt und nimmt den kleinen Schieber *t* mit, welcher die nach außen führende Öffnung freigiebt. Hierdurch kann aus dem Raum des Bremscylinders vor dem Kolben solange Luft ins Freie strömen, bis der Luftdruck in der Hauptleitung wieder das Übergewicht erhält und durch die Bewegung des Funktionsventilkolbens nach aufwärts die Verbindung nach außen aufhebt. Um zu verhindern, daß infolge von Undichtheiten in der Hauptleitung eine unbeabsichtigte Bremswirkung erfolge, ist durch eine feine Bohrung eine Verbindung der Räume ober- und unterhalb des Funktionskolbens hergestellt, wodurch ein langsamer Druckausgleich möglich wird.

Da die aus dem Raum vor dem Kolben strömende Luft bei der Wenger-Bremse bei jedem Wagen direkt ins Freie geht, während sie bei Carpenter und Schleifer ihren Weg durch die Hauptleitung und das Bremsventil nehmen muß, so ist die Wenger-Bremse in Bezug auf Raschheit der Fortpflanzung der Bremswirkung den beiden anderen vorgenannten Systemen überlegen.

Schnellwirkende Luftdruckbremsen. In Amerika wurde versucht, die bis dahin nur für Personenzüge verwendeten kontinuierlichen Luftdruck- und Vakuumbremsen auch bei Güterzügen einzuführen. Hierbei ergab sich, daß bei langen Güterzügen in den Fällen einer plötzlichen, kräftigen Anwendung der Bremse (Notbremsung), die Bremswirkung bei den rückwärtigen Wagen erheblich später eintritt, als bei den vorderen, was infolge des großen Spielraums zwischen den einzelnen Wagen ein so heftiges Auflaufen des hinteren Zugteils und so verderbliche Stöße verursacht, daß sich die Anwendung der Bremse in ihrer bisherigen Konstruktion als unmöglich erwies.

Zur Erzielung einer sehr raschen Fortpflanzung der Bremswirkung bis zum letzten Wagen wurden elektrische Ventilsteuerungen versucht. Wenn auch diese Einrichtungen hinsichtlich der raschen Wirkung sehr günstige Resultate ergaben, so sind dieselben doch nicht als genügend verläßlich für den Eisenbahnbetrieb befunden worden.

Es wurden aber mechanische Einrichtungen ausgeführt, durch welche sich die gewünschte Fortpflanzung der Druckverminderung in den Hauptrohrleitungen und hiermit eine genügend rasche Wirkung selbst bei langen Zügen erreichen läßt.

Westinghouse hat für seine schnellwirkende automatische Luftdruckbremse die allgemeine Anordnung seiner gewöhnlichen Luftdruckbremse beibehalten und nur an Stelle des gewöhnlichen Funktionsventils ein schnellwirkendes eingeschaltet.

Das schnellwirkende Funktionsventil von Westinghouse besteht im wesentlichen aus zwei getrennten Kolbenventilen; das eine ist vertikal und das andere horizontal angeordnet, wobei das letztere mit dem gewöhnlichen Westinghouse-Funktionsventil nahezu gleich ist. Sobald nun der Luftdruck in der Hauptrohrleitung um $^2/_3$—1 at vermindert wird und hierdurch der Kolben des horizontalen Ventils in seine äußerste Lage gelangt ist, strömt Preßluft aus dem Hilfsreservoir gegen den Kolben des vertikalen Ventils; hierdurch wird derselbe in Bewegung gesetzt und ein Ventil geöffnet, welches eine Verbindung zwischen Hauptleitung und Bremscylinder herstellt, so daß nunmehr gepreßte Luft aus der Hauptleitung und gleichzeitig auch aus dem Hilfsreservoir in den Bremscylinder einströmt.

Durch diese Anordnung wird nicht nur eine rasche Wirkung der einzelnen Bremsapparate, sondern auch ein Ersparnis an Preßluft erzielt.

Carpenter hat bei seiner schnellwirkenden Luftdruckbremse das Zweikammersystem aufgegeben. Bei dieser Bremse ist der Bremscylinder getrennt von dem Hilfsreservoir angeordnet und ist zwischen letzterem und der Hauptluftleitung ein Hahnfunktionsventil eingeschaltet. Die selbstthätige Steuerung dieses Hahnventils erfolgt durch einen Hebelmechanismus, welcher durch einen Ledermembrankolben bewegt wird. Bei

geöffneter Bremse ist die Hauptleitung, sowie das Funktionsventil und das Hilfsreservoir mit gepreßter Luft gefüllt; dagegen ist der Bremscylinder leer. Das Hahnventil bewirkt, daß die komprimierte Luft beim Anlegen der Bremse nicht allein durch das Lokomotivführer-Bremsventil, sondern auch bei jedem Bremsapparat durch das Funktionsventil entweichen kann, wodurch eine wesentliche Beschleunigung der Bremswirkung erzielt wird.

Schleifer hat mit unveränderter Beibehaltung seiner früher beschriebenen Konstruktion an jedem Wagen Ventile angebracht, welche bei Anwendung der Maximalbremskraft eine Verbindung der Hauptleitung mit der äußeren Luft herstellen. Diese Ventile befinden sich aber nicht wie bei Wenger zwischen Hauptleitung und Bremscylinder, sondern sind direkt an der Hauptleitung angebracht, wodurch der Vorteil erreicht wird, daß ein Versagen des Ventils auf die sonstige gute Funktionierung des Bremsapparates ohne Einfluß bleibt.

VIII. Luftsaugbremsen.

Die Luftsaugbremsen werden durch einen Motor in Thätigkeit gesetzt, dessen Bewegung durch den Unterschied in der Spannung einer weniger und einer mehr verdünnten Luft, oder atmosphärischer Luft und verdünnter Luft verursacht wird. Diese Spannungsdifferenz wirkt auf den Kolben oder die Diaphragmascheibe des Bremsmotors ein und erzeugt dort die Bremskraft, welche durch die Kolbenstange auf das Bremsgestänge übertragen wird. Zur Erzeugung der erforderlichen Luftverdünnung dienen auf der Lokomotive befindliche Ejektoren, mit welchen die Bremsmotoren der Lokomotive, des Tenders und der einzelnen Bremswagen durch die den ganzen Zug entlang führende Hauptluftleitung verbunden sind.

Bei den direkt wirkenden Luftsaugbremsen (nicht automatischen Vakuumbremsen) ist auf der Lokomotive erforderlich: ein Ejektor, ein Bremsventil (Dampfventil) zum Anlassen und Abstellen des Ejektors, Rückschlagklappen, ferner eine Luftklappe, um Luft von außen in die Hauptleitung strömen lassen zu können.

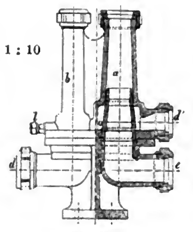


Fig. 62.

Der Ejektor wird nur in Thätigkeit gesetzt, wenn gebremst werden soll; das Lösen der angezogenen Bremse erfolgt nach Abstellen des Ejektors durch Öffnen der Luftklappe.

Der Grad der entstehenden Luftverdünnung, beziehungsweise der Bremsdruck, kann durch entsprechende Handhabung des Ejektoradmissionsventils und der Luftklappe innerhalb gewisser Grenzen auf einfache Weise beliebig geändert werden.

Zu den bemerkenswertesten direkt wirkenden Luftsaugbremsen gehören die Hardy-Bremse und die Körting-Bremse. Die Bremsapparate dieser Systeme sind auf Taf. II, Fig. 1 und 2 dargestellt.

1. Die Hardy'sche Vakuumbremse, hervorgegangen aus der Smith'schen Bremse durch Verwendung von Bremscylindern an Stelle der souffletartigen Vakuumsäcke, hat insbesondere wegen Einfachheit in Konstruktion und Handhabung eine große Verbreitung gefunden.

Auf der Lokomotive ist ein Doppelejektor angebracht; der kleinere Ejektor ist mit der Luftleitung zu den Tender-, eventuell auch Lokomotivbremscylindern, der größere mit der Luftleitung zu den Wagenvakuumcylindern verbunden. Die Konstruktion des Doppelejektors ist aus Fig. 62 ersichtlich.

Der Bremsmotor für jedes zum Bremsen einzurichtende Fahrzeug besteht lediglich aus dem Bremscylinder (Vakuumcylinder). Für schwere Fahrzeuge (Lokomotive oder Tender) werden zwei Vakuumcylinder angewendet, um keine zu großen Übersetzungsverhältnisse für das Bremsgestänge anwenden zu müssen.

Die Vakuumcylinder (Taf. II, Fig. 1) bestehen aus zwei runden, gußeisernen Schalen *a*, deren Flanschen miteinander verschraubt sind. An der oberen Schale sitzen vier Lappen *b* zur Befestigung des Cylinders am Untergestell des Fahrzeuges, sowie ein Rohrstutzen *c* zur Verbindung des Cylinders mit der Rohrleitung mittels eines Kautschukschlauchs.

Der Boden der unteren Schale hat in der Mitte eine kreisrunde Öffnung für die Kolbenstange (Zugstange), durch welche die atmosphärische Luft eintreten kann. Zwischen den beiden Schalen ist eine sackförmige Ledermembran *d* angebracht, welche zwischen den Flanschen *F* gehalten wird. An der mittleren Fläche dieser Lederscheibe befinden sich zwei Eisenplatten *e*, welche in ihren Mitten durch die Schraube des Scharnierklobens *f*, zusammengehalten sind. Dieser Kloben dient zur Befestigung der Zugstange, welche mit dem Bremshebel verbunden ist.

Soll die Bremse in Thätigkeit gesetzt werden, so öffnet der Lokomotivführer das Dampfventil. Durch die Einströmung des Dampfes in die Düsen des Ejektors wird die Luft aus den Leitungsröhren und Vakuumcylindern gesaugt; den Wiedereintritt von Luft durch den Ejektor nach Absperrung des Dampfventils hindern Rückschlagventile.

Der atmosphärische Druck wirkt auf die Kolben der Vakuumcylinder; die Kolben werden nach aufwärts gedrückt, hierdurch das Bremsgestänge angezogen und die Bremsklötze an die Räder gepreßt.

Die Höhe des Vakuums beträgt bei sechs Atmosphären Dampfdruck und trockenem Dampf 50 cm, bei zehn Atmosphären und vollkommen trockenem Dampf 60 cm Quecksilbersäule. Je nachdem der Lokomotivführer die Dampfeinströmung reguliert, kann ein Vakuum von 5 bis 60 cm erzeugt werden.

Sollen die Bremsen nach dem Absperren des Dampfventils gelöst werden, so öffnet der Lokomotivführer die Luftklappe; die atmosphärische Luft dringt in die Leitungsröhren, bezw. Vakuumcylinder ein, die Kolben der letzteren fallen in ihre frühere Lage zurück und die Bremse ist offen.

Damit der Lokomotivführer die Intensität der Bremswirkung beurteilen kann, sind auf der Lokomotive Vakuummeter angebracht, die in die Rohrleitungen eingeschaltet sind und auf welchen das jeweilig vorhandene Vakuum abgelesen werden kann.

Körtings nicht automatische Vakuumbremse unterscheidet sich von der Hardy-Bremse hauptsächlich durch die Konstruktion der Vakuumcylinder (s. Taf. II, Fig. 2).

Statt dem Hardy'schen Lederkolben ist ein gußeiserner Kolben mit Gummimanschettendichtung angewendet.

Körting hat außer einem großen Ejektor für den ganzen Zug noch einen kleinen Ejektor auf der Lokomotive angebracht, welcher gleichfalls mit der Hauptluftleitung in Verbindung ist.

Dieser kleine Ejektor dient dazu, um auf längeren Gefällen mit möglichst wenig Dampfverbrauch das Vakuum in den Bremsapparaten dauernd zu erhalten, wenn der große Ejektor abgestellt ist.

Mit einem geringen kontinuirlichen Absaugen durch den kleinen Ejektor bis zu einer Luftverdünnung von circa 20 mm Quecksilbersäule kann die Dichtheit der Leitung während der Fahrt durch den Lokomotivführer kontroliert werden, da bei entsprechendem Zustand der Leitungen und Bremscylinder das Manometer hierbei konstant das gleiche Vakuum zeigen muß.

Letztere Einrichtung wurde auch von Hardy angewendet und auf der Lokomotive ein ganz kleiner Ejektor (*tell tale* genannt) angebracht, welcher stets offengehalten wird, und lediglich zur Kontrolle des Zustands der Leitungen dient.

Selbstthätige Luftsaugbremsen.

Ähnlich wie bei den selbstthätigen Luftdruckbremsen wird auch bei diesen Bremsen die Bremskraft schon in jedem zu bremsenden Fahrzeug aufgespeichert, und zwar in der Weise, daß in eigenen an den Fahrzeugen angebrachten Behältern die Luft in verdünntem Zustand erhalten wird. Der Luftverdünnungsapparat auf der Lokomotive besteht gewöhnlich aus zwei Ejektoren, einem größeren und einem kleineren.

Der größere Ejektor ist bestimmt, in der Hauptleitung und den Bremsapparaten rasch Luftverdünnung zu erzeugen, was zu Beginn der Fahrt und zum raschen Lösen der Bremse erforderlich ist; der kleine Ejektor hat die von dem großen Ejektor erzeugte Luftverdünnung während der Fahrt zu erhalten.

Die für jeden Bremswagen erforderliche Einrichtung besteht aus einem Hilfsreservoir, einem Bremscylinder und bei einigen Systemen auch aus einem Funktionsventil.

In Bezug auf die Anordnung der Bremsapparate lassen sich die selbstthätigen Luftsaugbremsen in ähnlicher Weise wie die Luftdruckbremsen in zwei Kategorien scheiden.

Bei der einen Anordnung sind Hilfsreservoir und Bremscylinder vollständig getrennt, wobei, wenn nicht gebremst wird, ober- und unterhalb des Kolbens in dem Bremscylinder der Druck der äußeren Luft herrscht; beim Bremsen wird auf der einen Seite des Kolbens durch Verbindung mit dem Hilfsreservoir Luftverdünnung erzeugt und hierdurch der Kolben in Bewegung gesetzt.

Bei der zweiten, dem Zweikammersystem der Luftdruckbremsen entsprechenden Anordnung bleibt ein Raum des Bremscylinders stets mit dem Hilfsreservoir in Verbindung. Während der Fahrt mit offener Bremse sind beide Räume des Bremscylinders mit der Hauptleitung verbunden und besteht demzufolge im Bremscylinder, ober- und unterhalb des Kolbens die gleiche Luftverdünnung; beim Bremsen dringt äußere Luft in den einen Raum, während in dem mit dem Hilfsreservoir zusammenhängenden Raum die Luftverdünnung erhalten bleibt.

Das Lösen der Bremse wird in allen Fällen durch Luftverdünnung in der Hauptleitung bewirkt.

Anordnungen der Bremsapparate für mehrere automatische Luftsaugbremssysteme sind auf Taf. II, Fig. 3, 4 und 5 dargestellt.

Clayton-Bremse (automatische Vakuumbremse der Vacuum Brake Co. in London). Bei dieser Bremse ist auf der Lokomotive ein Kombinationsejektor (Fig. 63*a* und *b*) angebracht, welcher aus einem großen und einem kleinen Ejektor, die ineinander gesteckt sind, besteht. Die Ejektoren sind unmittelbar in Verbindung mit dem Bremsventil, welches sogenannte Schmetterlingsschieber *r* und *n* besitzt.

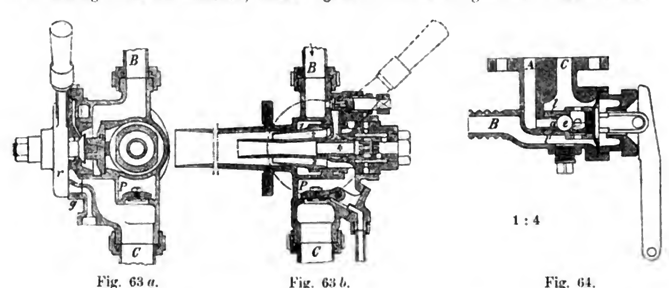


Fig. 63 *a*. Fig. 63 *b*. Fig. 64.

Der große Ejektor dient zur Erzeugung des ersten Vakuums in der Rohrleitung und in den Vakuumcylindern.

An der Mündung des Absaugrohrs *C* (Hauptleitung) ist ein Rückschlagsventil *P* angebracht, welches nach dem Ausschalten des großen Ejektors das Eindringen atmosphärischer Luft in die Leitung verhindert.

Mit dem kleinen Ejektor wird das erzeugte Vakuum permanent auf circa 55 bis 60 cm Quecksilbersäule erhalten. Der Dampfzutritt zu demselben findet fortwährend statt. Mit den Schmetterlingsschiebern der Bremsventile kann man:

1. die Rohrleitung mit der atmosphärischen Luft in Verbindung setzen;
2. in den großen Ejektor Dampf strömen lassen;
3. den kleinen Ejektor mit der Rohrleitung in Verbindung bringen.

Diese Schieber sind mit einer Handhabe versehen und können um circa 90° gedreht werden, wobei drei charakteristische Stellungen zu unterscheiden sind:

1. Stellung (*a*). Die im Schieber *r* befindlichen Löcher stehen centrisch über korrespondierenden Löchern des Spiegels *g*, wobei die atmosphärische Luft durch den vollen Querschnitt der Bohrungen in die Rohrleitung eintreten kann. Gleichzeitig ist hierbei die Dampfzuströmung zum großen und der Luftkanal zum kleinen Ejektor abgesperrt.

2. Stellung (*b*). Dreht man den Schieber in die Stellung *b*, so deckt derselbe die Bohrungen des Spiegels *g* und schließt hierdurch die Einströmöffnung der atmosphärischen Luft in die Rohrleitung vollkommen ab.

Gleichzeitig wird der Luftkanal zum kleinen Ejektor geöffnet und tritt dieser in Thätigkeit.

3. Stellung (*c*). Hierbei ist der Lufteintritt in die Rohrleitung abgesperrt, dagegen der Dampfzutritt zum großen Ejektor ganz offen, wodurch in der Rohrleitung rasch Vakuum erzeugt wird.

Die Stellung (*c*) wird vor Beginn der Fahrt benutzt, um das erste Vakuum in der Rohrleitung und den Vakuumcylindern zu erzeugen; die Stellung (*b*), um das Vakuum während der Fahrt zu erhalten; die Stellung (*a*), um die Bremse in Thätigkeit zu setzen.

Die Stellungen zwischen *a* und *b* erlauben, den Bremsdruck beliebig zu regulieren. Bei der Drehung von *a* nach *b* wird durch die Verstellung der Bohrungen der Einströmungsquerschnitt für die atmospärische Luft allmählich vermindert, der Luftkanal dagegen, welcher die Rohrleitung und den kleinen Ejektor verbindet, im selben Maß geöffnet; es wird daher die saugende Wirkung des kleinen Ejektors immer mehr und mehr überwiegend, bis sich dieselbe in *b* allein äußert. Auf diesem Weg wird der Schieber eine Stellung einnehmen, bei der ebensoviel Luft in die Rohrleitung einströmt, als durch den kleinen Ejektor ausgesaugt wird. Um diese Stellung herum kann man entweder die Lufteinströmung oder die Luftaussaugung überwiegen lassen und hiermit das Vakuum und den Bremsdruck vermindern oder vermehren. — Der Vakuumcylinder (Taf. II, Fig. 3) besteht aus einem gußeisernen Cylinder, einem gußeisernen Kolben mit schmiedeiserner Kolbenstange, einem schmiedeisernen Vakuumreservoir und einem Kugelventil.

Die Kolbenstange geht durch eine in den Boden des Vakuumcylinders eingefügte Stopfbüchse. Die Dichtung zwischen Kolben und Vakuumcylinder wird mittels eines Kautschukrings hergestellt, welcher bei der Bewegung des Kolbens zwischen diesem und der Cylinderwand rollt. Zwischen dem Vakuumcylinder und der Rohrleitung ist das Kugelventil (Fig. 64) eingeschaltet. In dem durchbohrten Gehäuse *l* liegt eine kleine Messingkugel *e*; die schiefe Ebene *c* vor der Kugel hat den Zweck, das Zurückrollen der letzteren auf ihren Sitz bei *a* stets zu ermöglichen.

Der Kanal *C*, der unter den Kolben des Vakuumcylinders führt, bleibt immer mit der Rohrleitung in Verbindung. Der Kanal *A*, der zum oberen Teil des Vakuumcylinders (zum Hilfsreservoir und über den Kolben) führt, kann durch die Kugel abgeschlossen werden.

Ist die Luft aus der Rohrleitung ausgesaugt, so herrscht ober- und unterhalb des Kolbens gleiches Vakuum und bleibt derselbe vermöge seiner Schwere in der in der Zeichnung dargestellten Lage.

Tritt atmosphärische Luft in die Rohrleitung, so dringt sie in das Gehäuse *l* und durch den Kanal *C* unter den Kolben.

Durch den Überdruck vor der Kugel wird diese aber gegen die Sitzfläche *a* gepreßt und hierdurch der Kanal *A* abgeschlossen. Infolgedessen wird der Kolben durch den atmosphärischen Überdruck gehoben und die Bremse angezogen. Um die Bremse zu lösen, ist es nur nötig die Luft aus der Rohrleitung abzusaugen.

Damit die Bremse auch bei abgekuppelten Wagen gelöst werden kann, ist das Gehäuse *l* des Kugelventils beweglich gemacht und durch eine Spindel, die mittels eines Kautschukdiaphragmas abgedichtet wird, mit einem Hebel verbunden. Bewegt man diesen Hebel, so verschiebt man das Gehäuse *l*, zieht dadurch die Kugel *e* von ihrer Sitzfläche weg und gestattet der atmosphärischen Luft den Eintritt in den Kanal *A*; nun sinkt der Kolben infolge seines Gewichts und die Bremse löst sich.

Die Rückkehr des Gehäuses *l* in die gezeichnete Lage geschieht selbstthätig durch den Druck der äußeren Luft, sobald in der Rohrleitung wieder Vakuum hergestellt wird.

Um bei Anwendung des Maximalbremsdrucks eine raschere Bremswirkung zu erzielen, wird in einem oder mehreren Wagen das sogenannte automatische Kondukteurventil angebracht, welches derart eingerichtet ist, daß, wenn plötzlich eine verhältnismäßig große Luftmenge in die Rohrleitung gelangt (bei vollem Bremsdruck oder bei Abreißen der Kuppelungen), die atmosphärische Luft auch bei diesem Ventil in die Rohrleitung dringt und hierdurch die Bremswirkung beschleunigt wird. Mit diesem Ventil kann auch der Kondukteur die Bremse des Zugs bethätigen.

Trotz Anwendung eines oder mehrerer Kondukteurventile ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Bremswirkung bei sehr langen Zügen nicht genügend groß, um bei

vollem Bremsen das Auflaufen des rückwärtigen Zugteils und die hierdurch auftretenden schädlichen Stöße zu verhindern.

Durch Anbringung von schnellwirkenden Arbeitsventilen zwischen Hauptleitung und Bremscylinder an jedem, oder einer entsprechenden Anzahl Bremswagen ist es neuerer Zeit gelungen, den anstandslosen Gebrauch der Bremse auch für vorgenannten Zweck zu ermöglichen, und überdies bei Anwendung für Personenzüge eine bedeutende Abkürzung der Bremsdauer zu erzielen.

Die Vacuum Brake Company schaltet zwischen dem Kugelventil und der Hauptrohrleitung ein Arbeitsventil ein, wie es in Fig. 65 und 66 dargestellt ist.

Bei langsamem, allmählichem Luftzutritt von der Hauptleitung her bleibt die Kugel *K* in ihrer Ruhelage und gestattet der Luft in die Zweigleitung *Z* zu dringen. Erfolgt aber ein heftiger Luftstoß gegen die Kugel, wie bei vollem, plötzlichem Bremsen, so wird die Kugel *K* nach dem ober ihr befindlichen Sitz getrieben und schließt hierdurch die Verbindung zwischen Haupt- und Zweigleitung. Durch den unterhalb wirkenden Überdruck hebt sich das ganze Ventil mit den Membranen von seinem Sitz und gestattet, in der in Fig. 66 gezeichneten Stellung, der äußeren Luft Zutritt zur Haupt- und Zweigleitung und zu dem Raum der Bremscylinder unterhalb der Kolben.

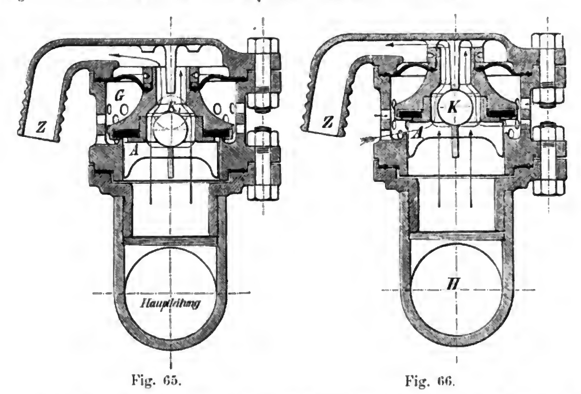


Fig. 65. Fig. 66.

Um die Bremsapparate der Clayton-Bremse erforderlichen Falls auch für die nicht automatische Hardy-Bremse verwenden zu können, kann zwischen dem Clayton-Vakuumcylinder und dem Kugelventil ein Hahn (Fig. 67) eingeschaltet werden. Diese Einrichtung soll auch den Übergang von der nichtautomatischen auf die automatische Vakuumbremse erleichtern.

Die automatische Luftsaugbremse von Körting ist der englischen Sandersbremse nachgebildet. Sie erfordert so wie letztere auf jedem Bremsfahrzeuge ein besonderes Hilfsreservoir. Der Bremscylinder (Taf. II, Fig. 4) ist ähnlich wie bei der direkt wirkenden Körting-Bremse ausgeführt. Für die automatische Bremse ist jedoch der Boden des Cylinders vollkommen geschlossen und die Kolbenstange in einer Stopfbüchse geführt. Bei *p* befindet sich die Verbindung mit der Hauptrohrleitung, bei *z* jene mit dem Hilfsreservoir.

Auf der Lokomotive ist gleichwie bei den nicht automatischen Körting-Bremsen ein großer und ein kleiner Ejektor mit Rückschlagventilen, sowie eine Luftklappe angebracht. Der Gebrauch der Ejektoren und der Luftklappe ist derselbe wie für die nicht automatische Körting-Bremse.

Wird in der Leitung Vakuum erzeugt, so entsteht vermöge der ventilartig wirkenden Kolbenmanschette (Kolbenstulpe) auf beiden Seiten des Kolbens und im Reservoir die gleiche Luftverdünnung. Der Kolben wird infolge des atmosphärischen Drucks auf die Kolbenstangescheiben zurückgeschoben und die Bremse gelöst.

Tritt in die Hauptleitung durch die Luftklappe am Führerstand (oder in anderer Weise) atmosphärische Luft ein, so kann diese nur hinter den Kolben gelangen, da die Gummimanschette wohl das Aussaugen der Luft vor dem Kolben gestattet, den Rücktritt der Luft aber verhindert. Der auf die hintere Seite des Kolbens ausgeübte Überdruck bringt den Kolben nach vorwärts und bewirkt das Anpressen der Bremsklötze.

Um beim Ausrangieren einzelner Wagen die Bremse derselben lösen zu können, sind an jedem Bremscylinder und Hilfsreservoir Rohrstücke angebracht, welche mit kleinen Luftklappen versehen sind.

Die Eames-Bremse ist die Kombination einer direkt wirkenden und einer selbstthätigen Vakuumbremse und ist in ihrer Anordnung ähnlich der Luftdruckbremse von Westinghouse-Henry.

Fig. 5, Taf. II, zeigt den Bremsapparat eines Wagens. Der Bremscylinder ist dem Hardy'schen ähnlich, besitzt aber keine untere Schale.

Es sind zwei Hauptleitungen vorhanden; die eine *D* für die direkt wirkende, die andere *A* für die selbstthätige Bremse. An jedem Wagen befindet sich ein Hilfsreservoir, ein Funktionsventil *F*, ein Rückschlagventil *R* und der Bremscylinder. Während der Fahrt ist nur in der Leitung *A* und im Hilfsreservoir Luftverdünnung vorhanden; das Ventil *a* ist hierbei gehoben; das Ventil *b* wird durch den äußeren Luftdruck angepreßt. In der Leitung *D* und im Bremscylinder, der durch das gehobene Rückschlagventil mit der Leitung *D* in Verbindung steht, ist atmosphärische Luft enthalten. Wird die direkt wirkende Bremse in Thätigkeit gesetzt, so entsteht Luftverdünnung in *D*, und da das Rückschlagventil in seiner Stellung bleibt, auch im Bremscylinder. Das Lösen der Bremse erfolgt durch Wiedereintritt atmosphärischer Luft nach *D*.

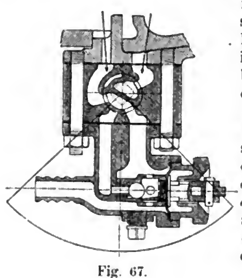


Fig. 67.

Wird die selbstthätige Bremse durch Einlassen von Luft in die Leitung *A* zur Wirkung gebracht, so schließt der in *A* entstehende Überdruck das Ventil *a*, drückt die Diaphragmascheibe, in welcher der Sitz von *a* sich befindet, nach abwärts, wodurch *b* geöffnet und *c* auf seinen Sitz niedergepreßt wird. Hierdurch kann auch unterhalb des Rückschlagventils eine Luftverdünnung entstehen, wodurch sich dasselbe senkt und den Bremscylinder mit dem Hilfsreservoir in Verbindung setzt.

Beim Lösen der Bremse geht infolge der in *A* entstehenden Luftverdünnung das Diaphragma nach aufwärts, *b* schließt zu, bei *c* kann äußere Luft eindringen, das Rückschlagventil bewegt sich nach aufwärts und durch *D* gelangt äußere Luft in den Bremscylinder.

Die Soulerin-Bremsen. In der im Jahr 1887 erschienenen Broschüre „Etude sur un nouveau système de freins continus" von L. Soulerin und einem hierzu erschienenen Supplement wird nach einer kritischen Besprechung der verschiedenen Systeme von Luftdruck- und Luftsaugbremsen die Theorie eines neuen Funktionsventils für pneumatische Bremsen entwickelt, das sowohl eine große Regulierbarkeit des Bremsdrucks gestatten, als auch eine rasche Fortpflanzung der Bremswirkung herbeiführen soll. Soulerin verwendet dieses neue Funktionsventil nicht nur bei seinen eigenen Systemen von Luftdruck- und Luftsaugbremsen, sondern dasselbe soll in einer nach den jeweiligen Verhältnissen modifizierten Form auch bei allen anderen bestehenden Systemen pneumatischer Bremsen Verwendung finden, um diesen die gleiche Regulierbarkeit des Bremsdrucks und dieselbe Raschheit der Wirkung zu verleihen.

Es soll damit nicht nur die Möglichkeit geboten sein, Wagen, deren Bremsen verschiedenen pneumatischen Systemen angehören, in demselben Zug mit gleicher Leistung verwenden zu können, sondern es soll auch möglich sein, bei einer entsprechenden Konstruktion der Bremsapparate letztere bald als Luftdruck-, bald als Luftsaugbremsen zu gebrauchen.

Die verschiedenen bei den Bahnverwaltungen gebräuchlichen Bremssysteme erfordern bei durchlaufenden Wagen die Anbringung aller diesen Systemen entsprechenden Bremsapparate. Bei Verwirklichung der Soulerin'schen Projekte würde für solche Einrichtungen eine wesentliche Vereinfachung geschaffen.

Ad VII und VIII. Leitungskuppelungen der durchlaufenden Bremsen. Da die sichere Funktion der durchgehenden Bremsen wesentlich auch von der Solidität der durchgehenden Bremsenverbindung (Bremsleitung) abhängt, so müssen solche Kuppelungen verwendet werden, welche eine sichere Verbindung gewähren und ein rasches Ein- und Auskuppeln gestatten.

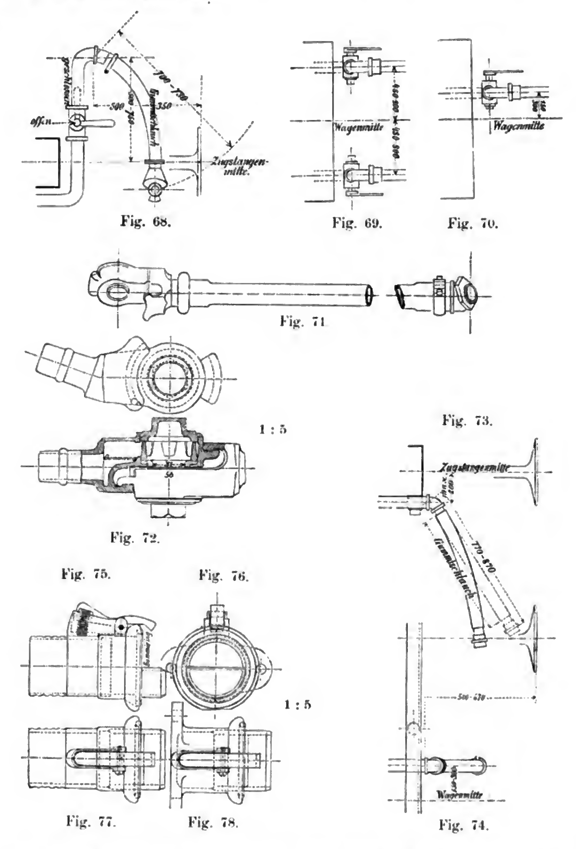


Fig. 68. Fig. 69. Fig. 70. Fig. 71. Fig. 72. Fig. 73. Fig. 74. Fig. 75. Fig. 76. Fig. 77. Fig. 78.

Bei den Friktionsbremsen wird dieses durch einfache Karabinerverbindungen an den Leinen erreicht.

Für die Bremsleitungen der pneumatischen Bremsen (Luftdruck- und Luftsaugbremsen) wurden vom V. D. E.-V. (s. § 85 und § 86 der Technischen Vereinbarungen) Normalien aufgestellt.

Die für die Luftdruckbremse (Westinghouse-, Carpenter-Bremse) vorgeschriebene Kuppelung (Fig. 68—72) ist nicht nur in Österreich, Deutschland, Italien und Belgien, sondern auch in England und Amerika in Verwendung.

Die Normalkuppel für Luftsaugbremsen (Fig. 73—78) ist durch ihre Situierung Beschädigungen mehr ausgesetzt und treten bei derselben leichter Undichtheiten ein.

Dieser letztere Mangel ist bei der nichtautomatischen Vakuumbremse (Hardy-Bremse) weniger empfindlich, da der hier verwendete große Ejektor in der Regel ausreichend leistungsfähig ist, um die während des Bremsens entstehenden Verluste zu decken. Der kleine Ejektor der automatischen Luftsaugbremse würde für die Deckung größerer Verluste an Vakuum nicht mehr genügen.

Die Clayton'sche Kuppelung (Fig. 79), die beste der für automatische Luftsaugbremsen verwendeten Kuppelungen, findet in England und Amerika fast ausnahmslos Verwendung und gewinnt gegenwärtig auch anderwärts mehr und mehr Verbreitung. Um die Verbindung zweier mit dieser Kuppelung versehenen Schläuche vorzunehmen, sind die Enden derselben hoch zu heben, die beiden Muffen aneinander zu bringen und hierbei die unten an denselben angebrachten Klauen ineinander einzuhängen. Läßt man die Schläuche sodann gleichzeitig sinken, so legen sich die an den Muffen oben angebrachten Daumen wechselweise in die gegenüberstehenden Ausschnitte, womit der vollständige und sichere Schluß der Kuppelung erreicht ist. Diese tiefe Stellung bedingt schon an und für sich ein gewisses Aneinanderpressen der Dichtungsringe, welches bei dem Evakuieren der Leitung noch eine Steigerung erfährt. Das Lösen der Kuppelung wird einfach durch das Heben der verbundenen Schläuche bewirkt.

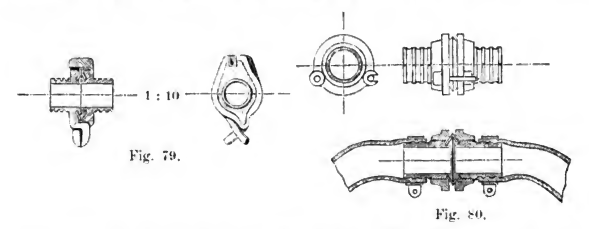


Fig. 79.

Fig. 80.

Ähnlich dieser Kuppelung ist die Körting'sche Bremskuppelung (Fig. 80); sie unterscheidet sich aber in ihrer Wirkungsweise dadurch von der Clayton'schen Kuppelung, daß bei ihrer tiefen Stellung ein Aneinanderpressen der Dichtungsringe infolge einer hebelartigen Druckübertragung (wie bei der Clayton'schen Kuppelung) nicht stattfindet, sondern daß das Aneinanderliegen der Dichtungsringe, wenn die Leitung nicht evakuiert ist, nur durch die Verklemmung der wechselweise eingeschobenen Kuppelungsstifte erhalten wird.

Zur Abschließung der Leitungen an dem letzten Wagen des Zugs dienen sogenannte Leerkuppelungen, welche bei den Normalkuppelungen der Luftdruck- und Luftsaugbremsen mit Kuppelungsmundstücken übereinstimmen.

Die Leerkuppelung der Clayton'schen Kuppelung besteht aus einem Stöpsel, welcher in das Mundstück am Ende der Leitung eingesteckt wird und hierdurch den Abschluß bewirkt.

IX. Dampfbremsen.

Dampfbremsen kommen hauptsächlich bei Lokomotiven und Tendern zur Verwendung. Der Motor dieser Bremse ist eine Dampfmaschine.

Bei der Dampftenderbremse von Middelberg führt vom Kessel der Lokomotive eine entsprechend gekuppelte Leitung aus Kupferröhren zu einem am Tender angebrachten kleinen Dampfcylinder. Bei offener Bremse befindet sich Dampf zu beiden Seiten des Dampfkolbens. Läßt der Lokomotivführer den Dampf von der einen Seite des Cylinders ausströmen, so kommt der Dampfdruck auf der andern Seite des Kolbens zur Wirkung und die Bremse wird angezogen (Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, 1884).

Auf einigen amerikanischen Bahnen wird die Dampfbremse der Beals Brake Company angewendet. Der Motor dieser Bremse ist ein an der Lokomotive angebrachter Cylinder, dessen Kolben entweder direkt durch den Dampf oder auch durch komprimierte Luft vorwärts getrieben werden kann. Der Vorwärtsgang des Kolbens hat das Anziehen der Lokomotiv- und Tenderbremse zur Folge (Railroad Gazette 1887).

X. Lokomotivbremsen.

Als specielle Lokomotivbremse kann der Bewegungsmechanismus der Lokomotive entweder unmittelbar oder in Verbindung mit eigenen, dem Bremszweck dienenden Einrichtungen Verwendung finden.

Das Bremsen mit Hilfe von Kontradampf erfolgt dadurch, daß dem Dampfverteilungsapparat (der Steuerung) der Lokomotive eine Stellung gegeben wird, welche einer Bewegung der Lokomotive entspricht, die derjenigen, in welcher sie sich gerade befindet, entgegengesetzt ist. Diese Art des Bremsens hat den Nachteil, daß durch das Ansaugen der Verbrennungsgase aus der Rauchkammer in die Cylinder die Verunreinigung dieser und der Schiebergesichte erfolgt, was die Beschädigung der Cylinderwandungen, der Kolbenringe und der Schieberflächen verursacht. Auch erfährt die Temperatur in den Cylindern eine solche Steigerung, daß die Stopfbüchsendichtungen darunter sehr stark zu leiden haben. Ferner werden Luft und Verbrennungsgase in den Kessel gepreßt, so daß die Kesselspannung sehr rasch über den zulässigen Druck zunimmt.

Um diesen Anständen zu begegnen, werden verschiedenartige Konstruktionen angewendet.

Bei der Gegendampfbremse von Le Chatelier kann in die Ausströmungskanäle der Dampfcylinder ein Gemenge von Dampf und Wasser eingespritzt werden. Zu diesem Zweck ist auf dem Führerstand ein Mischkasten angebracht, welcher zwei Schieberventile besitzt, durch welche die Verbindung des Mischraums mit dem Wasserraum, beziehungsweise mit dem Dampfraum des Kessels hergestellt und wieder unterbrochen werden kann. Bei geöffneten Ventilen bildet sich in dem Mischraum ein Gemenge von Dampf und Wasser, welches durch ein sich gabelndes Rohr in die beiden Schieberkasten, und zwar in den tiefsten Punkten der Ausströmungskanäle geleitet wird. Der Dampfzufluss wird derart reguliert, daß durch das offene Blasrohr noch etwas Dampf ausströmt. Das eingespritzte Wasser kühlt die Kolben und Schieber, verdampft hierbei und wird in Dampfform mit dem übrigen angesaugten Dampf wieder in den Kessel zurückgepreßt.

An Stelle des mit zwei Schieberventilen versehenen Mischkastens wurde häufig ein Hahn mit zwei Bohrungen angeordnet.

Die Lokomotivbremse von Krauß ist derart eingerichtet, daß durch eine am Blasrohr angebrachte Dreiwegklappe das Blasrohr nach innen abgeschlossen und die Ausströmungsrohre mit der Außenluft in Verbindung gesetzt werden können. Die Dampfkolben saugen beim Bremsen kalte Luft und Wasser ein und pressen dieses Gemenge unter Verdampfung des Wassers in die Einströmungsrohre, aus welchen es durch einen auf dem Kreuzrohr angebrachten, vom Führerstand aus stellbaren Hahn nach außen entweicht. Der Regulator ist während des Bremsens geschlossen, so dass der Kolbendruck unabhängig von dem Kesseldruck reguliert werden kann. Diese Bremse wirkt sehr zuverlässig und ist namentlich bei Zahnradlokomotiven in Gebrauch.

Die Dampfkolbenbremse von v. Borries wirkt ganz ähnlich wie die vorbeschriebene Lokomotivbremse, nur verursacht sie nicht so lästiges Geräusch wie die letztere. Bei dieser Bremse bleibt das Blasrohr offen und wird beim Bremsen heißes oder kaltes Wasser in die Ausströmungskanäle gespritzt. Der sich bildende Dampf wird durch die Kolben in die Einströmungsrohre gedrückt. Durch eingespritztes Wasser gekühlt, gelangt dieser Dampf durch ein eigenes Ventil in die Ausströmungskanäle zurück. Ein Teil des Dampfes vollführt daher einen beständigen Kreislauf. Hierbei entweicht aus dem Blasrohr soviel Dampf als Wasser eingespritzt wurde. Der Regulator besitzt eine enstprechende Anordnung und bleibt während des Bremsens geschlossen, so daß der Gegendruck auf die Kolben und damit die Bremskraft mittels des bezeichneten Ventils nach Erfordernis hergestellt werden kann.

Die durch die vorbeschriebenen Kolbenbremsen zu erzielende Bremskraft ist bei allen Lokomitiven gewöhnlicher Konstruktion durch die Reibung der Trieb- (und Kuppel-) Räder auf der Schiene begrenzt. Die Kolbenbremsen werden bei diesen Lokomotiven

hauptsächlich bei Fahrten auf starken Gefällen zur Unterstützung der übrigen Zugsbremsen benutzt.

Bei den Zahnradlokomotiven findet die obgedachte Beschränkung der Bremskräfte selbstverständlich nicht statt und werden die Kolbenbremsen daher hier bei den Thalfahrten ausschließlich gebraucht. Die an solchen Lokomotiven überdies vorhandenen Klotzbremsen dienen nur zum Festhalten auf geneigter Strecke und als Reservebremsen bei Schäden am Triebwerk.

D. Stand der Bremseinrichtungen in den eizelnen Staaten. Die in den meisten Staaten bestehenden polizeilichen Vorschriften erfordern das Vorhandensein von Bremsen in solcher Zahl, beziehungsweise Leistungsfähigkeit, daß bei den in Verkehr gesetzten Zügen ein nach Maßgabe der Gattung der Bahn, der Züge und der Steigungsverhältnisse bestimmter Teil der Achsen, beziehungsweise der Bruttolast gebremst werden kann (s. Bremsbrutto).

Das Verhältnis der mit Bremsvorrichtungen versehenen Wagen zur Gesammtzahl der letzteren stellte sich für Deutschland und Österreich im Jahre 1887 wie folgt:

	Personenwagen			Güterwagen		
	Gesammt-stand	mit Brems-vorrichtung	in Procenten der Achsen	Gesammt-stand	mit Brems-vorrichtung	in Procenten der Achsen
Deutschland ...	23 703	13 835	55,85	255 972	80 542	31,31
Österreich	9 277	4 401	45,62	105 403	32 694	30,82

Was die Anwendung von durchgehenden Bremsen betrifft, so gewinnen letztere mit Rücksicht auf die damit verbundene Erhöhung der Verkehrssicherheit, namentlich bei Personenzügen, eine rasch steigende Verbreitung, und ist in einer Reihe von Staaten die Einführung durchgehender Bremsen durch Gesetze und Verordnungen den Bahnverwaltungen innerhalb gewisser Grenzen vorgeschrieben.

So bestimmt in Deutschland das Bahnpolizeireglement vom 30. November 1885: „Diejenigen Lokomotiven, welche zur Beförderung von Personenzügen mit mehr als 60 km Geschwindigkeit in der Stunde oder 1000 m in der Minute dienen, müssen mit Vorrichtungen versehen sein, welche es ermöglichen, daß die Tenderbremse sowohl vom Heizer mit der Hand bedient, als auch zugleich mit den Wagenbremsen vom Führerstand aus in Thätigkeit gesetzt werden kann" (§. 11). „Die mit mehr als 60 km Geschwindigkeit in der Stunde oder 1000 m in der Minute fahrenden Personenzüge müssen mit durchgehenden Bremsen, d. h. solchen Bremsen versehen sein, welche gleichzeitig vom Lokomotivführerstande aus in Thätigkeit gesetzt werden können. Die Bremsen eines mit durchgehenden Bremsen versehenen Zuges müssen in der erforderlichen Anzahl auch einzeln mit der Hand bedient werden können" (§. 12, al. 7 und 8).

In Österreich ist die Einführung durchgehender Bremsen allerdings nicht obligatorisch, doch hat die Aufsichtsbehörde unterm 20. September 1877 den Eisenbahnverwaltungen die Anwendung der durchgehenden Hardy-Bremse empfohlen, und hat jede Bahn mit Schluß eines Halbjahrs die mit durchgehenden Bremsen ausgerüstete Zahl von Lokomotiven und Wagen bekanntzugeben.

In der Schweiz ist die Einführung kontinuierlicher Bremsen durch eine Reihe von Bundesbeschlüssen befohlen. Nur die Lokal- und Specialbahnen sind von der Einführung solcher Bremsen unter gewissen Bedingungen und Vorbehalten dispensiert.

In Holland ist vorgeschrieben, daß sämmtliche Züge zur Personenbeförderung, welche mit mehr als 60 km Geschwindigkeit pro Stunde fahren, mit einer automatischen, kontinuierlichen Bremse versehen sein müssen.

In Frankreich wurde durch Ministerialerlaß vom 13. September 1880 angeordnet, daß alle Personenzüge, deren normale Geschwindigkeit 60 km pro Stunde erreicht,

mit kontinuierlichen Bremsen zu versehen seien. Die Beschränkung gelegentlich der vorgedachten Einführung hatte, wie in dem Ministerialerlaß vom 24. Februar 1885 hervorgehoben wurde, lediglich ihren Grund in der Rücksicht auf die Gesellschaften, welche man nicht in die Notwendigkeit versetzen wollte, in allzu kurzer Zeit die Kosten zu bestreiten, welche die sofortige Umänderung des gesamten Personenzugmaterials erfordert haben würde. Nachdem aber 1886 die durch den 1880er Erlaß vorgeschriebenen Einrichtungen beendet und sämtliche für schnellfahrende Züge bestimmten Personenwagen mit kontinuierlichen Bremsen versehen waren, ersuchte der Minister in einem neuen Erlaß vom 29. März 1886 die Eisenbahngesellschaften, die Anbringung der kontinuierlichen Bremsen an allen Personenwagen und allen in Personenzügen einzureihenden Gepäck-, Stall-, Fahrzeug-, Milch- und Fischtransportwagen etc. zu veranlassen, und die Arbeiten derart zu beschleunigen, daß in spätestens zwei Jahren sämtliche Personenzüge und Omnibuszüge mit kontinuierlichen Bremsen versehen sind. Auch sollten innerhalb der gleichen Frist alle zur Beförderung der vorbezeichneten Züge dienenden Lokomotiven mit diesen Bremsen versehen sein.

In England haben nach dem Gesetz vom 30. August 1889 die Eisenbahnen innerhalb eines vom Handelsamt festzusetzenden Zeitraums bei allen personenführenden Zügen durchgehende Bremsen einzuführen, welche folgende Bedingungen erfüllen müssen:

1. Die Bremsen müssen sofort in Thätigkeit treten können und derart eingerichtet sein, daß sie vom Maschinenführer und vom Zugspersonal gehandhabt werden können.
2. Die Bremsen müssen selbstthätig sein, so daß dieselben in Funktion treten, wenn der Zusammenhang des Zugs unterbrochen sein sollte.
3. Die Bremse muß an jedem Fahrzeug des Zugs angebracht werden können, gleichviel ob dasselbe ein Personenwagen ist oder nicht.
4. Die Bremse muß im täglichen Verkehr in regelmäßiger Thätigkeit sein.
5. Die Materialien der Bremsvorrichtungen müssen von dauerhafter Art sein, und müssen letztere leicht in Stand erhalten werden können.

Das Gesetz ist nur mehr für eine geringe Zahl von Bahnen von praktischer Bedeutung, da die große Mehrzahl der Bahnen aus eigenem Antrieb schon durchgehende und selbstthätige Bremsen bei ihren Zügen eingeführt hat.

Im Ausnahmefall wird für gemischte Züge, unter gewissen Bedingungen auch für einzelne nicht für Personenbeförderung bestimmte Wagen mit Genehmigung des Handelsamts von der Anwendung durchgehender Bremsen abgesehen.

In Nordamerika ist neuestens ein Gesetz in Vorbereitung, wonach nicht nur die Personenwagen, sondern auch alle im Zwischenstaatenverkehr zur Verwendung kommenden Güterwagen mit durchgehenden Bremsen versehen sein müssen.

Der Einführung durchgehender Bremsen eines bestimmten Systems gingen vielfach bei den betreffenden Verwaltungen ausgedehnte praktische Versuche zur Erprobung des Werts der verschiedenen Bremssysteme voraus. In Preußen wurden derartige Versuche schon im Jahre 1877 bei Guntershausen begonnen, ohne daß man hierbei zu einem endgültigen Beschluß über die Wahl eines bestimmten Systems gelangt wäre.

Nachdem die verschiedenen Konstruktionen alsdann mehrere Jahre hindurch im Betrieb Verwendung gefunden hatten, wurden die Guntershausener Versuche im Sommer 1881 auf der Strecke Halensee-Dreilinden bei Berlin nochmals wiederholt, und alsdann sämtliche in Betracht kommenden Systeme im regelmäßigen Betrieb auf der Strecke Berlin-Breslau in der Zeit vom 15. Oktober 1881 bis 1. April 1882 bei Schnell- und Kurierzügen in Benutzung genommen.

Es konkurrierten hierbei:

1. System Heberlein (selbstthätige Friktionsbremse);
2. System Westinghouse (selbstthätige Luftdruckbremse);
3. System Carpenter (selbstthätige Luftdruckbremse);
4. System Steel (selbstthätige Luftdruckbremse);
5. System Sanders (selbstthätige Vakuumbremse);
6. System Smith-Hardy (kontinuierliche, nicht selbstthätige Vakuumbremse);
7. die gewöhnliche Handspindelbremse.

Nach Beendigung der Versuche und Zusammenstellung der Versuchsergebnisse traten auf Veranlassung des Ministers der öffentlichen Arbeiten Vertreter aller preußischen

Staatseisenbahnverwaltungen zur Beratung zusammen, um wegen des zu wählenden Systems Vorschläge zu machen. Dieser Versammlung waren außer anderen auch folgende Vorfragen zur Beantwortung vorgelegt: Ob durch Einführung einer kontinuierlichen, d. h. einer solchen Bremse, die es dem Lokomotivführer gestattet, sämtliche Bremsen des Zugs, also auch diejenigen der Wagen von seinem Stand aus in Thätigkeit zu setzen, eine erhöhte Sicherheit des Betriebs zu erzielen sei? Diese Frage ist von den Vertretern sämtlicher kgl. Eisenbahndirektionen bejaht worden. Die schnelle Handhabung sämtlicher Bremsen des Zugs durch den Lokomotivführer lasse die kontinuierlichen Bremsen, ganz abgesehen davon, ob sie selbstthätig wirken oder nicht, als besonders wertvoll erscheinen; hierin liege ihr Hauptvorzug vor den Handbremsen. Ferner lag die Frage vor: Welche Systeme kontinuierlicher Bremsen erscheinen im großen durchführbar, ohne daß man Gefahr läuft, von der Durchführung späterhin wieder Abstand nehmen zu müssen? Die Versammlung hat diese Frage dahin beantwortet, daß sämtliche Systeme im großen als durchführbar anzusehen seien, daß dieselben aber in Bezug auf Sicherheit und Schnelligkeit ihrer Wirkung, auf ihre Unterhaltung und Bedienung, auf die größere oder geringere Anzahl von Versagungen u. s. w. nicht gleichwertig seien, und daß vor allem ein einheitliches, möglichst einfaches System für die Hauptbahnen einzuführen sei. Es ist sodann das Verhalten der verschiedenen Systeme auf anhaltenden Gefällsstrecken beleuchtet und die Frage erörtert worden, ob die einzuführende kontinuierliche Bremse zugleich auch selbstthätig wirken müsse. Die Versammlung, welche es bei allen Systemen für nötig erachtete, dem Zug einen sachverständigen Wagenwärter (Schlosser) beizugeben, der gleichzeitig das Schmieren und Heizen überwachen könne, hat sich einstimmig für die Wahl einer selbstthätigen Bremse ausgesprochen.

Bei der schließlichen Wahl des für die Staats- und unter Staatsverwaltung stehenden Bahnen anzunehmenden Systems entschied sich die große Mehrheit der Versammlung (zwei Drittel) für das System Carpenter. Die verhältnismäßig einfachen Details des letzteren, welche neben einer schnellen und kräftigen Bremswirkung eine möglichst große Betriebssicherheit und ein seltenes Versagen der Bremse erhoffen ließen, dürften bei diesem Beschluß vorzugsweise ausschlaggebend gewesen sein.

Für die Betriebsmittel der Bahnen von untergeordneter Bedeutung wurde die Heberlein-Bremse angenommen, weil in den gemischten Zügen dieser Bahnen wegen der Mitführung von Güterwagen ein anderes System kontinuierlicher Bremsen überhaupt nicht wohl anwendbar erschien.

Weitere von den preußischen Staatsbahnen im Jahr 1887 bei Göttingen angestellte Bremsversuche ergaben ein die Überlegenheit der Schleifer'schen über die Carpenter'sche Bremsvorrichtung darthuendes Resultat (Glasers Annalen, 1887).

Die Generaldirektion der großherzogl. badischen Staatseisenbahnen führte am 12. und 13. April 1886 auf der Strecke Meckesheim-Neckarelz Versuche mit je einem Zug mit Westinghouse- und Schleifer-Bremsen durch, welche in jeder Beziehung zu Gunsten der Westinghouse-Bremse ausfielen (Z. d. V. D. E.-V. 1886 und Organ f. d. F. des Eisenbahnwesens, 1887).

In Rußland wurden von der großen russischen Eisenbahngesellschaft auf der Strecke St. Petersburg-Warschau im Jahr 1887 vergleichende Versuche mit der Wenger- und Westinghouse-Bremse angestellt, welche zu dem Beschluß führten, unter Ausschluß jedweder anderen Bremsart die Wenger-Bremse einzuführen (Organ f. d. F. des Eisenbahnwesens, 1888).

In Amerika wurden sehr umfangreiche Bremsversuche auf der Chicago-Burlington-and Quincy-Bahn in der Umgebung von Burlington durchgeführt.

Nachdem die im Sommer 1886 unternommenen Versuche ohne thatsächlichen Erfolg geblieben waren, da die sämtlichen Bremsen der Anforderung, einen 50 Wagen = 200 Achsen starken Zug ohne übermäßige Stöße rasch und gleichmäßig zu bremsen, nicht entsprachen, fand im Sommer 1888 eine Fortsetzung der Versuche (zu welchen acht Bremssysteme angemeldet waren) statt, deren Ergebnisse vom Bremsausschuß in Folgendem zusammengefaßt wurde:

1. Die beste Bremse für lange Güterzüge ist eine solche, welche mittels Luftdruck oder Luftleere wirkt und deren Steuerventile durch Elektricität gehandhabt werden.

2. Eine derartige Bremse besitzt folgende Vorzüge:

a) dieselbe hält die Züge auf möglichst kurze Entfernungen an;

b) dieselbe beseitigt die Stöße und die dadurch hervorgerufenen Schäden an den Wagenteilen;

c) dieselbe kann augenblicklich gelöst werden;

d) die Bremskraft kann vollkommen geregelt werden.

3. Die sämtlichen genannten Vorzüge besitzt nur die Carpenter-Bremse, weshalb der Ausschuß die möglichst weitgehende Benützung der Elektricität, welche nur die Carpenter-Bremse zuläßt, für zweckmäßig hält (Organ f. d. F. des Eisenbahnwesens, 1888).

Mit der schnellwirkenden Westinghouse-Bremse wurden 1888 Versuche auf den Hauptbahnen Nordamerikas bezüglich der Verwendbarkeit für lange Züge gemacht, wobei die Burlingtoner Versuche wiederholt wurden, und wurde hierbei ein sehr günstiges Resultat erzielt; es gelang nämlich, einen Zug von 50 Wagen gänzlich stoßfrei und in kürzester Zeit zu bremsen (Organ f. d. F. des Eisenbahnwesens, 1888).

Am 21. Juli 1889 wurden auf der Manchester, Sheffield und Lincolnshire Railway Versuche durchgeführt, welche die Anwendbarkeit der selbstthätigen Vakuumbremse auf lange Züge erwiesen (Ztsch. f. Eisenb. u. Dampfschiff., 1889, Nr. 43).

Was den Prozentsatz der mit durchgehenden Bremsen versehenen Fahrbetriebsmittel anbelangt, so nimmt Großbritannien und Irland den ersten Platz ein. Nach dem Ausweis des Board of Trade für das erste Halbjahr 1888 waren 9417 Lokomotiven oder 93,7 % und 47 703 Personen-, Gepäckwagen u. s. w. oder 91 % mit durchgehenden Bremsen ausgerüstet.

In Deutschland waren im Jahr 1887/88: 2739 Lokomotiven oder 21 %, 2018 Tender oder 21 % mit durchgehenden Bremsen, ferner 5735 Personenwagen oder 24 % mit durchgehenden Bremsapparaten und 3445 Personenwagen oder 14,5 % mit Bremsleitungen versehen. Von Güter-, Gepäck- und Postwagen waren 2428 oder 0,9 % mit durchgehenden Bremsapparaten und 920 oder 0,4 % mit Bremsleitungen ausgerüstet.

In der Schweiz stellt sich das prozentuale Verhältnis für das Jahr 1888 bei Lokomotiven auf 37,4 %, bei Personenwagen auf 18,4 % und bei Bahnpost- und Gepäckwagen auf 26,1 %.

In Österreich-Ungarn waren 1888 2480 Lokomotiven und 8910 Wagen mit durchgehenden Bremsen eingerichtet.

Nach dem Referate des II. internationalen Eisenbahnkongresses in Mailand waren mit durchgehenden Bremsen anfangs 1887 ausgerüstet:

In Frankreich (bei den sechs großen Eisenbahngesellschaften) 3043 Lokomotiven und 30 802 Personen- und Gepäckwagen;

in Belgien (Staatsbahnen) 582 Lokomotiven, 37 Dampfwagen und 3973 Personen- und Gepäckwagen;

in Italien (Adriatisches und Mittelmeernetz) 208 Lokomotiven und 876 Personen- und Gepäckwagen.

Die Einführung durchgehender Bremsen erfolgt in der Regel nur bei den in Schnell- und Personenzügen verkehrenden Wagen von Vollbahnen, wogegen man sich bei Nebenbahnen gewöhnlich mit Spindelbremsen begnügt. (Der dritte internationale Eisenbahnkongreß in Paris hat solche Bremsen für Nebenbahnen als vollständig ausreichend anerkannt.)

Was die Güterwagen betrifft, so sind diese am Kontinent und in England nur in ganz geringer Zahl mit durchgehenden Bremsen ausgerüstet. Die Ursache hiervon liegt einerseits in den hohen Kosten, andererseits in den Schwierigkeiten, welche sich aus der Änderung der Zugszusammenstellung für die Einführung ergeben würden. Nur in Nordamerika hat die Ausrüstung der Güterwagen mit durchgehenden Bremsen bedeutende Fortschritte gemacht, und befanden sich bereits im Jahr 1887 gegen 50 000 Güterwagen mit solchen Bremsen in Verwendung. Diese Zahl wird sich, falls der oberwähnte in Berathung stehende Gesetzentwurf zum Gesetz erhoben werden sollte, noch ganz bedeutend steigern.

In Bezug auf die Verbreitung der einzelnen Systeme durchgehender Bremsen sei bemerkt, daß die Systeme von Westinghouse und Hardy bisnun die größte Verwendung gefunden haben. Es waren 1889 ausgerüstet: mit Westinghouse-Bremsen 25 000 Loko-

motiven und 180 000 Wagen, mit Hardy-Bremsen (in Europa) 12 800 Lokomotiven, sowie 65 000 Wagen und mit Carpenter-Bremsen etwa 2250 Lokomotiven mit 15 000 Wagen.

In den einzelnen Staaten sind hauptsächlich folgende Bremssysteme zur Einführung gelangt, und zwar in:

Deutschland (Staatsbahnen): Preußen: Carpenter, Heberlein, Hardy, Gewichtsbremsen (v. Borries), Westinghouse, Schleifer; Baden: Westinghouse, Schmid (Schraubenbremse); Bayern: Westinghouse, Schleifer (Pfälzische Bahnen); Sachsen: Heberlein, Carpenter, Schleifer; Württemberg: Westinghouse, Carpenter; Reichslande: Vacuum Brake Co., Hardy, Westinghouse, Schleifer; Oldenburg: Heberlein, Schleifer, Carpenter. Die übrigen deutschen Bahnen haben zumeist das System Heberlein und Schleifer in Verwendung.

Österreich-Ungarn: Hardy: und zwar fast alle Bahnen Österreich-Ungarns, mit Ausnahme der kgl. ungarischen Staatsbahnen, welche die Bremsen von Westinghouse zur Einführung gebracht haben.

Niederlande: Westinghouse: bei der holländischen Eisenbahn: Middelberg.

Belgien (Staatsbahnen): Westinghouse; Grand Central belge: Hardy.

Schweiz: Westinghouse-Henry, Hardy (Gotthardbahn), Wenger, Klose (Brünigbahn, Vereinigte Schweizerbahnen), Heberlein, Körting, Schleifer, Vacuum Brake Co.

Italien: Hardy (Adriatisches Netz), Westinghouse (Mittelmeernetz), Körting, Schleifer.

Frankreich: Westinghouse (Est, Ouest, État, Midi, Paris-Lyon-Méditerranée), Hardy (Nord), Wenger (Orléans, Midi).

Spanien: Hardy, Carpenter, Vacuum Brake Co.

Portugal: Vacuum Brake Co.

Großbritannien und Irland: Hardy (27 Bahnen), Westinghouse (20 Bahnen), Smith (15 Bahnen), Clark and Webb (8 Bahnen), Fay and Newall (7 Bahnen), Heberlein (1 Bahn), Steel (1 Bahn).

Dänemark: Hardy, Vacuum Brake Co.

Schweden: Hardy, Sanders, Körting.

Rußland: Hardy (Moskau-Rjäsan, Rjäsan-Koslow, Zarskoje-Sselo, Moskau-Brest, Losowo-Sewastopol, Transkaukasische Eisenbahn, Orenburgbahn, Warschau-Wiener Eisenbahn, Kursk-Kiew, Morschansk-Sysran, Große russische Eisenbahngesellschaft), Westinghouse (Petersburg-Moskau, Kiew-Odessa, Wladikawkas), Körting (Moskau-Kursk, Grjasi-Zarizyn), Wenger (Petersburg-Warschau), Carpenter (Petersburg-Reval), Heberlein (Orel-Witebsk).

Türkei: Hardy.

Griechenland: Vacuum Brake Co.

Rumänien, Serbien, Bulgarien: Hardy und Westinghouse.

Vereinigte Staaten von Nordamerika: Westinghouse, Carpenter, James Rote, Widdifield and Button, American Brake, Heberlein.

Litteratur: Werke, welche die Bremsen, insbesondere durchgehende Bremsen, umfassend behandeln, bestehen nicht. Einschlägige Abhandlungen s. Brunner, Schnellzüge und kontinuierliche Bremsen, und eine sachbezügliche Studie über die Entgleisung auf der Nordostbahn (20. Juni 1874), Bern 1874; Continous Brakes, Replies to circular letter of the Board of Trade dated 10th June 1880, addressed to the several Railway Companies in the United Kingdom, with regard to the adoption of Continous Brakes on Railway Trains, London 1880; Meyer, Der Eisenbahnwagenbau, Berlin 1884; Congrès international des chemins de fer à Milan Compte rendu général, Question XII „Freins continus“, Bruxelles 1888; Bonnin, Freins continus pour chemins de fer, Paris 1888; Congrès international des chemins de fer, Paris 1889 (elektrische Bremsen); Heusinger, Handbuch für specielle Eisenbahntechnik, Bd. II u. III, Leipzig 1874 u. 1882, woselbst auch Angaben über ältere Litteratur sich vorfinden. Beschreibungen der einzelnen Systeme sind den zahlreichen Brochüren der Erfinder, beziehungsweise Vertriebsgesellschaften zu entnehmen. Derartige Veröffentlichungen sind u. a. erfolgt von Westinghouse, Carpenter, Hardy, Schleifer, Körting, Heberlein, Schmid, Soulerin u. a. m. S. ferner Abhandlungen in technischen Zeitschriften, wie: Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Glasers Annalen, Engineering u. s. w. *Kienesperger.*

Fig. 1.

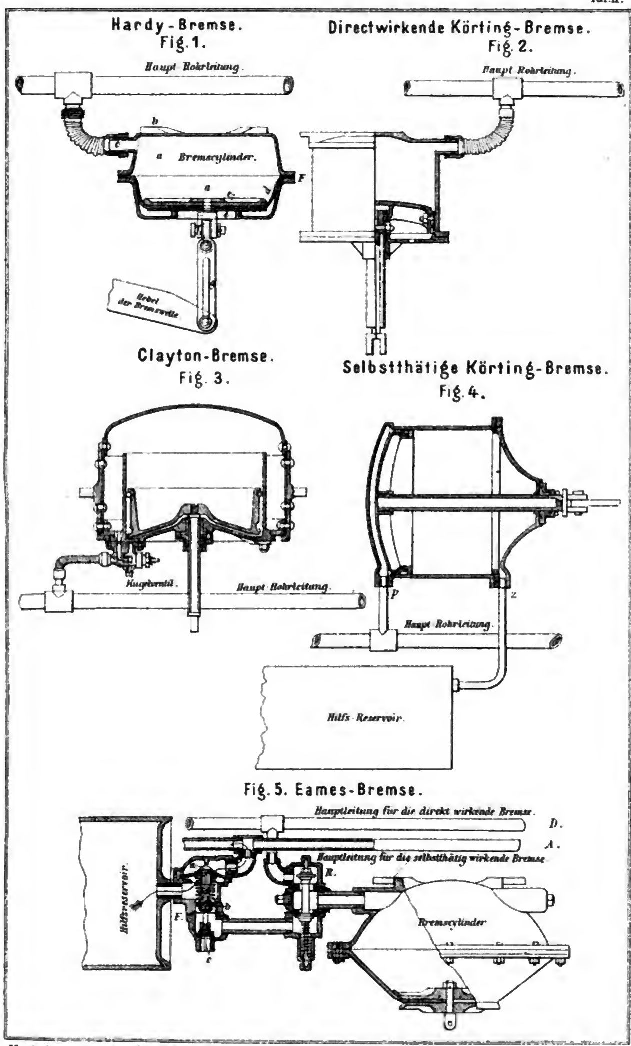
Fig. 1c.

Fig. 1a.

Fig. 1b.

Verlag von Carl Gerold's Soh

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien, VII. Bez.



Verlag von Carl Gerold's Sohn in Wien.
Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien, VII. Bez.



